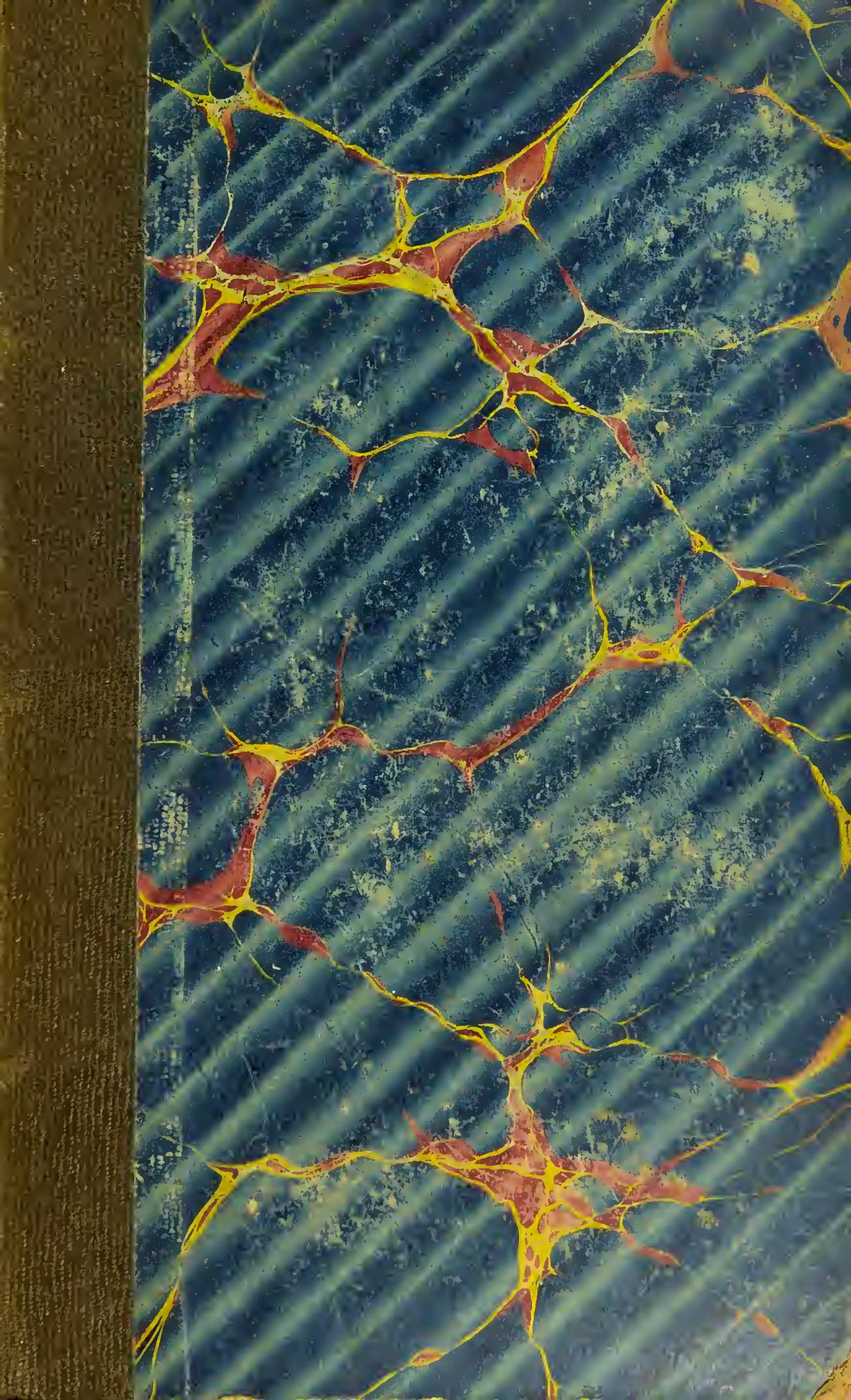


Untersuchungen

über den

Einfluss des Kochsalzes,

des

Kaffee's und der Muskelbewegungen

auf den Stoffwechsel.

Ein Beitrag

zur

Feststellung des Princips der Erhaltung der Kraft

in den Organismen.

Von

Dr. Carl Voit,
A.o. Professor an der Ludwigs-Maximilians-Universität zu München.

München, 1860.
Literarisch-artistische Anstalt
der J. G. Cotta'schen Buchhandlung.

Inhalt.

	Seite
Einleitung	1
I. Ueber den Einfluss des Kochsalzes in der Nahrung auf die Stoffwechselvorgänge	29
II. Untersuchung über die Wirkung des Kaffee's auf den thierischen Organismus	67
III. Die thierischen Kraftäusserungen in ihrem Zusammenhange mit dem Stoffwechsel	148
IV. Anhang mit Bemerkungen über Cautelen bei Ausführung von Stoffwechselversuchen	229

Einleitung.

Es ist die Aufgabe der Physiologie aus den im Organismus vorhandenen, mit gewissen Eigenschaften versehenen Stoffen und dem unter verschiedenen Bedingungen erfolgenden Zusammenwirken derselben alle Erscheinungen am Thierleib mit zwingender Nothwendigkeit abzuleiten. Wenn auch die Physiologie von diesem Ziel noch weit entfernt ist, so ist doch schon so viel geschehen, um obige den weiter vorgerückten physikalischen Wissenschaften entnommene Auffassung ihrer Aufgabe als allein gültig zu betrachten und die Annahme vitaler Kräfte, die nicht an die Materie geknüpft sind und den Ort ihrer geheimnissvollen Thätigkeit nur im lebendigen Körper aufgeschlagen haben, als falsch zu bezeichnen. Jeder Beitrag zur Sicherstellung des ersten Standpunkts, von dem aus allein eine wissenschaftliche Entwicklung der Physiologie denkbar ist, muss wesentlich die Aufklärung der mannigfaltigen und verwickelten thierischen Processe befördern. —

Es war ein Bruchtheil dieser Aufgabe gelöst als Professor Bischoff und ich im vorigen Jahre durch unsere gemeinschaftlichen Untersuchungen: „die Gesetze der Ernährung des Fleischfressers“ in dem Zusammenwirken von Eiweiss und Fett des Organs und des Plasmas mit dem inspirirten Sauerstoff die Hauptbedingungen für die Ernährung und den Stoffwechsel des

Thieres auffanden. Nachdem einmal diese drei Faktoren festgestellt waren, war es von Wichtigkeit geworden, alle Einflüsse auf die Zersetzungen genau kennen zu lernen und zuzuschen, ob dafür immer nur jene drei oder ausser ihnen noeh andere Bedingungen vorhanden sind. Es musste durch Studien der Art das Bild, das wir von den bewundernswerthen Vorgängen des Stoffwechsels im Körper entworfen, vervollständigt und näher ausgeführt werden. Denn wir hatten in Folge der von uns erhaltenen Resultate mehr als je die Bedeutung dieser Umsetzungen für den Körper gefühlt und eingesehen, dass sie die Angelpunkte der Physiologie sind, ohne deren gründliches Verständniss die Leistungen der thierischen Materie nie erklärt werden können. Es wird die Zeit nicht mehr fern sein, in der man allgemein den Stoffverbrauch im Organismus als Grundphänomen betraehten wird und die sogenannten animalen Proeesse als dureh erstern bedingte Folgeerscheinungen; die chemisehe Umsetzung ist die Quelle alles Geschehens und alles Lebens im Organismus, daher es eines unserer wichtigsten Probleme ist, hierüber sich genügende Aufschlüsse zu verschaffen, und zur Lösung desselben keine Zeit und Mühe zu scheuen.

Ich habe mich desshalb daran gemacht, den Stoffwechsel unter möglichst verschiedenen Bedingungen zu studiren und die dadurch hervorgebrachten Veränderungen desselben zu beobachten. Zu dem Zwecke wurden mir von Herrn Prof. Bischoff die Mittel des physiologischen Instituts zu Münehen auf's Freigebigste zur Verfügung gestellt, ohne welche Unterstützung mir solche Versuche wohl nicht möglich gewesen wären, da sie einen Aufwand erheisehen, den kaum eine andere Anstalt der Art, geschweige denn ein deutscher Privatdozent machen kann. Ich bin daher Herrn Prof. Bischoff meinen aufrichtigsten Dank schuldig. Ich theile in Folgendem drei hierher gehörige Arbeiten, die in inniger Beziehung zu einander stehen und ein Ganzes ausmachen, mit. Zuerst soll die Wirkung einer vermehrten Säftebewegung im Körper, hervorgebracht durch Kochsalz in der Nahrung, untersucht werden; zum zweiten die Aenderung des Umsatzes nach der Aufnahme einer das Nervensystem affi-

cirenden Substanz, wofür ich den Kaffee, das so allgemein verbreitete Genussmittel wählte; und in einer dritten Abhandlung endlich werden die Folgen der Macht des Willens und andauernder Muskelbewegungen für den Verbrauch im Organismus erörtert. Es lassen sich nach diesen drei Untersuchungen in der That weitere wichtige Einblicke in das Getriebe des vegetativen Lebens thun, sie erweisen aber ausserdem einen der merkwürdigsten Zusammenhänge zwischen den Ernährungsvorgängen und den äusseren Thätigkeiten und Wirkungen der Materie. Möge es mir gelingen durch die Darstellung nur einen Theil des Interesses zu erwecken, das ich bei der Bearbeitung in immer steigendem Maasse empfand, als sich Schritt für Schritt neue Gesichtspunkte und überraschende Aussichten eröffneten.

Ehe ich zur Mittheilung der Versuche selbst schreite, ist noch Einiges vorauszuschicken. Wenn eine Untersuchung im Gebiete der Naturwissenschaften Ansprüche auf Beachtung machen will, ist es nothwendig, über das dabei eingeschlagene Verfahren genaue Kritik zu halten und sich klar zu machen, welche Schlüsse man aus den empfangenen Antworten ziehen darf. Bei der Complikation der Stoffwechselvorgänge ist das Anstellen richtiger Experimente keine leichte Sache, noch viel grösseren Gefahren der Irrung ist man aber bei Verwerthung der Resultate ausgesetzt. Wenn ich bei meinen Untersuchungen diesen beiden Anforderungen genügen will, sind die von Prof. Bischoff und mir früher über die Ernährung ausgeführten unumgänglich vorauszusetzen; denn die jetzigen schliessen sich eng an die früheren an und können ohne sie zum Theil nicht recht gewürdigt und verstanden werden. Um daher dem Leser die damals erhaltenen Ergebnisse wieder zu vergegenwärtigen, fasse ich dieselben in einer Einleitung hier nochmals so gedrängt als möglich zusammen und knüpfe daran zuletzt einige Betrachtungen über die bei diesen Zersetzungen verfügbar werdenden Kräfte an. —

Man will die Grösse des Stoffumsatzes wissen und misst

ihn an seinen den Körper im Harn und der Respiration verlassenden Endprodukten. Wir waren vorläufig nur in der Lage den Harn zu berücksichtigen, der die Stickstoff haltigen Zersetzungsprodukte einschliesst und also einen Rückschluss auf den Verbrauch der wichtigen Eiweissbestandtheile erlaubt. Es ist einleuchtend, dass eine Analyse des Harns in dieser Beziehung nur dann einen Werth hat, wenn aller Stickstoff im Harn ausgeschieden wird; ist dies nicht der Fall, so wird nichts damit erreicht. Die erste Frage, ehe man eine Arbeit über den Stoffwechsel beginnt, muss daher immer darnach gerichtet sein, enthält der Harn allen Stickstoff der verbrauchten Körperbestandtheile oder nicht?

Die meisten Beobachter waren bekanntlich nicht im Stande den in der Nahrung eingenommenen Stickstoff in den Ausscheidungen wieder zu finden; von den früheren konnten nur Bidder und Schmidt (die Verdauungssäfte und der Stoffwechsel 1852, S. 293) bei Katzen nachweisen, dass sämmtlicher Stickstoff im Harnstoff und Koth erscheine. Seit Bischoff (der Harnstoff als Maass des Stoffwechsels 1853) zuerst die Bestimmung des Harnstoffs beim Hunde nach der genauen und schnell auszuführenden Titrirmethode von Liebig machte, waren alle Folgenden mit ihm darin übereinstimmend, dass ein Deficit von Stickstoff existire und man war nicht im Reinen darüber, wohin dieser fehlende Stickstoff gekommen sei. Ich zeigte (physiologisch-chemische Untersuchungen Heft I. Abhandlg. 1.) nun später, dass sich nicht immer ein Deficit ergebe, indem ich bei einem grossen Hunde unter gewissen Umständen allen Stickstoff der Nahrung im Harn und Koth wieder auffinden konnte. Darauf waren Bischoff und ich bei unseren Untersuchungen über die Ernährung des Fleischfressers so glücklich auf die einfachste Weise zu erklären, woher früher der Verlust von Stickstoff entstanden sei, und anzugeben, wann er nicht entsteht. Einmal nämlich giebt es wirklich Hunde, bei denen der Harnstoff sich sehr schnell zersetzt und dies war z. B. der Fall bei den beiden früher von Prof. Bischoff benützten; der frisch gelassene Harn des einen reagirte nämlich sehr häufig und der des anderen

immer stark alkalisch, während bei den später von uns verwendeten Thieren der Harn stets eine saure Reaktion hatte; der der ersteren brauste mit Säuren, der der letzteren niemals. Es findet also offenbar noch im Körper manchmal eine Zersetzung des Harnstoffes in Ammoniak statt, das durch Haut und Lungen weggehen und so einen Verlust von Stickstoff hervorbringen kann. Diess ist aber nicht der einzige Grund des Deficits gewesen, denn man hätte es nach den früheren Anschauungen auch noch erhalten, wenn kein Harnstoff sich zersetzen würde; man hat nämlich zum andern, wie wir gezeigt, die Versuchsresultate falsch beurtheilt. Erhielt ein Thier Fleisch zur Nahrung und nahm es dabei an Gewicht zu, so sagte man, es habe um diese Grösse an Fleisch zugenommen; man zog nun diese vom gefressenen Fleische ab und fand dann meist weniger Stickstoff im Harn und Koth, als dem Rest entsprach; es war aber diess Verfahren falsch, da man nicht wusste, ob nicht viel mehr Fleisch angesetzt und dafür Wasser vom Körper hergegeben wurde. Nahm das Thier durch die Fleischnahrung ab, so sagte man, es hat so viel an Fleisch abgenommen und rechnete diess zum gefressenen hinzu, wodurch man meist wieder weniger Stickstoff in den Exkreten antraf; man wusste aber nicht, ob diese Körperabnahme wirklich Fleisch und nicht etwas Anderes z. B. Fett war. Nachdem wir uns bei unserm Hunde auf's Sicherste überzeugt hatten, dass er allen Stickstoff im Harn und Koth entleerte, waren wir erst im Stande, eine solche Zu- oder Abnahme des Körpergewichts richtig zu schätzen. Ein Thier hat eine bestimmte Menge Fleisch erhalten und genau die ihr entsprechende Menge Stickstoff ausgeschieden, so ist ebenso viel Fleisch vom Körper als das in der Nahrung gereichte umgesetzt worden; entleert es weniger, so ist um diess weniger Fleisch umgesetzt, also angesetzt worden; entleert es mehr, so ist um diess Plus mehr umgesetzt, also um so viel mehr vom Körper hergegeben worden. Damit hat man die Vorgänge an den stickstoffhaltigen Theilen erkannt; aus den Gewichtsverhältnissen und der zur Verbrennung nöthigen gerechneten Menge Sauerstoff kann man, wie unsere Untersuch-

ungen ausführlich darthun, auf den weiteren Stoffwechsel im Fett oder Wasser des Körpers schliessen; denn wenn ein Thier eine bestimmte Menge Fleisch vom Körper hergegeben, aber dennoch um mehr als diese an Gewicht abgenommen, so muss diess Plus der Abnahme Fett oder Wasser sein; hat es aber eine gewisse Menge Fleisch angesetzt und noch mehr als diese an Gewicht zugenommen, so muss es um diess Plus an Fett oder Wasser angesetzt haben; ist es auf dem Gewicht geblieben und hat so viel Fleisch umgesetzt als gefressen, so kann es immer noch Fett hergegeben und dafür Wasser angesetzt haben etc. Ob Fett oder Wasser, entscheidet dann in allen Fällen die von aussen genommene gerechnete Sauerstoffmenge, die eine bestimmte Grösse haben muss; es kann jedoch dadurch die Frage, ob Fett oder Wasser um- oder angesetzt worden, nur annähernd gelöst werden; zur genauen Erforschung gehört eine Bestätigung durch die direkte Bestimmung der Athemprodukte, wie wir sie hier demnächst mit einem von Professor Pettenkofer gebauten Apparate versuchen werden. Die Hauptsache für unsern jetzigen Zweck ist jedenfalls der Stoffwechsel in den stickstoffhaltigen Gebilden und dieser ist nach unserer Methode vollständig genau zu erkennen.

Wenn man daher irgend eine Untersuchung über den Stickstoffkreislauf und den Einfluss irgend eines Agens auf denselben anstellen will, so ist es unumgänglich nöthig, sich vorerst auf's Sicherste zu überzeugen, ob aller ausgeschiedene Stickstoff im Harn und Koth zu finden ist, und also nichts durch Zersetzung verloren geht; geht aber Stickstoff anderweit verloren, so ist jede Untersuchung der Art vollkommen vergeblich, denn es kann der Harnstoff möglicherweise nur dadurch vermindert sein, dass eben mehr Stickstoff auf diesem andern Wege ausgeschieden oder dadurch vermehrt sein, dass weniger auf demselben ausgeschieden worden. Es ist ebenso als ob man die aus einem Gefäss durch zwei Löcher ausfliessende Wassermenge bestimmen wollte, indem man nur an einem einzigen das Wasser auffängt. Es giebt Thiere, die nicht allen Stickstoff im Harn und Koth ausscheiden, es giebt solche, welche es thun

und nur an letzteren darf man beobachten; für den Menschen ist es noch nicht nachgewiesen, ob aller Stickstoff im Harn wieder erscheint, also noch nicht nachgewiesen, ob die Stickstoffbestimmungen in dessen Harn für die Beurtheilung des Stoffwechsels nur vom geringsten Belang sind, und doch hat man bisher die meisten Untersuchungen über den Stoffwechsel am Menschen gemacht. Es war eine recht bequeme Hinterthür diess Deficit an Stickstoff, durch die man sich jeglicher Controllirung ganz angenehm entziehen konnte.

Um die Wirkung einer Substanz auf den Stoffwechsel beurtheilen zu können, muss man aber nicht allein wissen, ob aller Stickstoff im Harn erhalten wird, man muss auch die Gesetze des Stoffwechsels selbst kennen. Prof. Bischoff und ich haben bei unsern Beobachtungen gesehen, dass die Grösse des Umsatzes der stickstoffhaltigen und stickstofffreien Theile vor allem, wie schon gesagt, durch drei Ursachen bedingt ist, die immer vorhanden sind; diess sind die Masse des Körpers an Fleisch und Fett, die Menge des genossenen Fleisches (Eiweissgebilde) und Fettes (oder Kohlehydrate) und die Menge des aufgenommenen Sauerstoffs. Man muss vorerst die Folgen dieser drei gewöhnlichen Faktoren genau kennen, ehe man die eines andern Agens untersuchen will, das sicherlich bei weitem weniger wirkt als erstere.

Da beim Hunger unter allen Umständen Eiweiss und Fett vom Körper verbrennt, niemals nur Fett, ja selbst bei Fütterung mit den grössten Mengen von Fett oder Kohlehydraten allein stets noch Eiweiss zersetzt wird, so muss diese trotz der Entziehung stickstoffhaltiger Nahrung stattfindende Eiweisszerstörung unumgänglich nöthig sein und ihre bestimmte Bedeutung haben. Reicht man eiweisshaltige Nahrung allein, so braucht man davon zur Erhaltung des Gleichgewichtszustandes sehr grosse Mengen, denn der Körper setzt noch lange von seinem eigenen Fleisch zu. Das Thier hat Eiweiss nothwendig und darbt, aber nichts destoweniger giebt es dabei noch lange von seinem Körperfleisch her, unser Hund noch bei 1500 Grammes Fleischkost im Tag. Diess war eines der wichtigsten Ergebnisse unserer

Arbeit, das die erste Aussicht zur Erklärung der so verwickelt scheinenden Versuchsresultate darbot. Auch für diese Eiweisszersetzung musste ein zwingender Grund vorhanden sein, sonst würde der nach Eiweiss verlangende Körper das in der Nahrung eingeführte nicht alles opfern. Ausserhalb des Körpers ist das Eiweiss als stickstoffreiche Verbindung viel schwerer verbrennlich als das Fett, im Körper aber trifft das Umgekehrte zu, dass das Eiweiss der Nahrung früher als das Fett angegriffen wird und letzteres erst an die Reihe kommt, wenn kein Eiweiss mehr da ist; es unterliegt das Eiweiss offenbar im Körper einer Anzahl von Bedingungen, die die Oxydation desselben sehr befördern, denen das Fett nicht ausgesetzt ist.

Im Körper befindet sich nun eine Menge Eiweiss und Fett angesetzt und doch wird beim Hungern oder geringem Eiweissgehalt der Nahrung wenig Eiweiss zersetzt, obwohl der Organismus im Stande ist enorme Massen in der Nahrung befindlichen Eiweisses zu oxydiren. Hierin liegt die Auflösung des Räthsels; das am Körper angesetzte Eiweiss verhält sich anders als das der Nahrung. Was ist der Unterschied zwischen beiden? Das Eiweiss der Nahrung wird aufgelöst und durch alle Organe im intermediären Stoffkreislauf hindurchgeführt; das Eiweiss der einmal angesetzten Körpertheile bleibt an Ort und Stelle. Beim Hungern ist die Menge der verfügbaren und durch die Gewebe wandernden Flüssigkeit gering, die Saftströmung daher wenig intensiv, während sie mit der Menge des frisch eingeführten Eiweisses proportional wächst. Bei dieser Saftströmung ist daher sichtlich das Moment für eine Einwirkung des Sauerstoffes auf das Eiweiss gegeben. Wir drückten dies früher so aus, dass die alleinige Anziehung des Sauerstoffes zum Eiweiss nicht gross genug ist, das des Gewebes und der Parenchymflüssigkeit zu oxydiren, dass aber der Zerfall erfolge, sobald das Eiweiss des Plasmas und der Sauerstoff zugleich am Gewebe einen Zug ausübten; wir verglichen es mit der Wasserzersetzung, wenn Chlor und eine kohlenstoffhaltige Substanz auf die zwei Bestandtheile des Wassers ihre chemische Verwandtschaft äusserten. Das Eiweiss des Gewebes übt aber

durch Molekularanziehung einen Zug auf das der Ernährungsflüssigkeit aus und umgekehrt, nicht auf einen nähern Bestandtheil desselben; daher kann dieser Zug nicht zu einer Zersetzung des Eiweisses mithelfen, ja er müsste sie eher hindern. Es ist daher meine Ansicht, dass die Anziehungskraft des Sauerstoffes zum Eiweiss unter gewöhnlichen Umständen nicht hinreichend sei, dasselbe zu zerlegen, ebensowenig der Contakt der Zellensubstanz mit der Parenchymflüssigkeit allein für sich; während jedoch die Ernährungsflüssigkeit mit dem Organ in Wechselwirkung tritt, finden sich sehr günstige Bedingungen für eine Verbindung des Sauerstoffes mit dem Eiweiss, denen das Fett nicht ausgesetzt ist, so dass ersteres mit grösserer Intensität verbrannt wird als selbst das Fett oder die Kohlehydrate; diese Bedingungen sind vielleicht in der ausserordentlichen Vertheilung der Substanz beim Durchgehen durch die Zellenwandungen gegeben. Es ist für das Weitere gleichgiltig, welche dieser Auffassungen die richtige ist; so viel ist gewiss, sobald eine Eiweisslösung die Zellmembranen durchwandert und Sauerstoff da ist, findet die Verbrennung statt, und zwar wird stets so lange alles Eiweiss des Blastems verbrannt bis kein Eiweiss oder kein Sauerstoff mehr vorhanden ist. Daraus lassen sich sämmtliche Erscheinungen des Stoffwechsels auf die einfachste Weise erklären.

Hungert ein Thier, so zersetzt es immer stickstoffhaltige Substanz (vorzüglich Fleisch) und Fett, erstere durch die Wechselwirkung der noch vorhandenen Parenchymflüssigkeit, des Gewebes und des Sauerstoffes und zweitens Fett durch die Wechselwirkung dieses letzteren mit dem Sauerstoff. Die Menge, in der jeder der beiden Stoffe der Oxydation anheim fällt, richtet sich nach dem Verhältniss der chemischen Anziehung des Sauerstoffs und der Masse desselben. Bei einem hungernden Organismus ist die Saftströmung des geringen Materiales wegen sehr vermindert, der Sauerstoff begegnet daher wenig kreisendes Eiweiss und kann wenig zerstören, der Rest des Sauerstoffes muss sich mit dem Fett begnügen. Sobald die Strömung des Eiweisses durch das Gewebe sich vergrössert, vergrössert

sich auch der Zerfall durch die Wirkung des Sauerstoffes, weil im Körper das Eiweiss grössere Verwandtschaft zum Sauerstoff hat als das Fett. War z. B. der Körper vor dem Hungern dureh gute Nahrung reieh an Fleiseh, so wird wegen der grösseren Menge von Gewebe und Plasma aueh mehr zersetzt, und da dadurch viele Zersetzungsprodukte entstehen, welehe einen Antheil des eingeathmeten Sauerstoffes verbraucht haben, wird das Fett vom Körper weniger angegriffen. Ist das Thier fettreich, so verbrennt, weil ein Theil Sauerstoff von dem überwiegenden Fett entzogen wird und dieser nun nicht mehr zur Fleisehzersetzung beitragen kann, mehr Fett und weniger Fleiseh. Die Quantität des disponiblen Eiweisses, des Blutes und dadurch des aufnehmbaren Sauerstoffes nimmt bei Nahrungsentziehung stetig ab und damit auch der Antheil des zersetzten Eiweisses. Das Leben hört auf, wenn aus Mangel an Eiweiss kein Durchströmen durch die Organe mehr stattfindet, denn die Weehselwirkung von Gewebe, strömender Parenchymflüssigkeit und Sauerstoff ist das Leben.

Giebt man nun eiweisshaltige Nahrung allein (ausgesuehtes Fleisch), so gilt wiederum der gleiche Satz: Das eingeführte Eiweiss wird in dem Contakt mit dem Organ und dem Sauerstoff zerstört und der Grad der Zerstörung riehtet sich nach der Masse des eben vorhandenen Organes, der Masse des aufgenommenen Eiweisses und des Sauerstoffes. Es wird vom Eiweiss so lange oxydirt, bis aller Sauerstoff verschwunden ist; ist der Sauerstoff verzehrt und noch Eiweiss unzerstört, so bekommt die Molekularanziehung des Gewebes zum Eiweiss die Oberhand, so dass von letzterem angesetzt wird; ist aber umgekehrt das Eiweiss verzehrt und noeh Sauerstoff da, so verbindet sich dieser mit dem Fett. Man kann somit bei einer gewissen Menge von genossenem Fleisch nicht nur die Abnahme des Körpers an Fleiseh, sondern auch an Fett aufheben. Es wird nun aueh einleuchtend, warum zur Verhinderung der Fleischabgabe vom Körper nicht nur so viel Fleisch gereicht werden muss als beim Hunger verloren geht, sondern ganz ungemein viel mehr, eben weil in der Weehselwirkung des Gewebes mit

Sauerstoff und viel Ernährungsflüssigkeit auch viel zerstört wird; je mehr man Eiweiss giebt, desto mehr muss zu Grunde gehen. Man würde, wenn es so fort ginge, nie einen Ersatz des beim Hungern verbrauchten Körperfleisches und noch weniger einen Ansatz möglich werden sehen, wenn sich nicht die Componenten des Eiweisses mit grosser Begierde mit dem Sauerstoff verbänden, mit grösserer als selbst das Fett. Durch diese Sauerstoffentziehung wird nach und nach dem Fleischumsatz Grenze gesetzt, es wird, wenn kein Sauerstoff mehr disponibel ist, ein Ersatz und zuletzt ein Ueberschuss von Fleisch, der angesetzt wird, eintreten. Hat man es mit einem fettreichen Körper zu thun, so nimmt diess Fett wegen seiner grossen Masse etwas Sauerstoff in Beschlag und der Eiweissumsatz fällt ein wenig kleiner aus, der Ersatz ist früher möglich. Weil aber die Sauerstoffentziehung nur ganz allmählig geschieht, braucht man sehr viel Fleisch, um endlich zu erreichen, dass ein Thier kein Fleisch von seinem Körper darüber hergiebt. Zu diesem Zwecke ist aus schon angegebenen Ursachen stärkere Fleischnahrung bei einem fleischreichen Organismus nöthig als bei einem fleischarmen; denn wenn man einem an Eiweiss herabgekommenen Körper eine ansehnliche Quantität Eiweiss zu verzehren giebt, ist wegen der geringen Masse des Gewebes und Sauerstoffes bald der Punkt gekommen, wo Ansatz statt hat. So wissen wir z. B., dass fleischarme Reconvalescenten bei einer Kost, die ein in voller Kraft befindliches Individuum nicht erhalten würde, schnell in die Höhe kommen. Tags darauf hat man es nun nicht mehr mit dem gleichen Körper, sondern mit einem, der mehr Blut, Organ und Blastem einschliesst, zu thun; die Strömung und Eiweissoxydation verstärken sich unter diesen Umständen und der Eiweissansatz mindert sich trotz der gleichen Menge genossenen Eiweisses. Den nächsten Tag steigert sich die Zersetzung aus denselben Gründen noch mehr, bis zuletzt das eingeführte Eiweiss mit dem oxydirten sich in Gleichgewichtszustand gesetzt hat. Will man nun einen weiteren Ansatz haben, so muss man mehr Eiweiss zusetzen, jedoch tritt auch damit nach einiger Zeit das Gleichgewicht ein; ein

abermaliger Ansatz findet aber statt, wenn man wieder mehr Eiweiss füttert etc., das Maximum des Ansatzes und die Grenze ist erreicht, sobald das Thier kein weiteres Plus von Eiweiss zu verdauen vermag. Ich wiederhole nochmals, wenn auch das gefressene Fleisch noch lange nicht zum Ersatz hinreicht, wird es dennoch zersetzt, obwohl der Körper es so nöthig hätte; es wird das eingeführte Eiweiss so lange verbrannt, bis kein Sauerstoff mehr dafür da ist, und erst, wenn mehr Eiweiss vorräthig ist, als der Sauerstoff verbrennen kann, wird Eiweiss angesetzt. Dies ist, wie man sieht, gerade das Gegentheil der bisher herrschenden Theorie, die das überschüssige Eiweiss im Blute verbrennen liess; diese Anschauung erweist sich als völlig unrichtig, denn das Eiweiss verbrennt, so lange es nicht überschüssig ist, das überschüssige wird angesetzt. Reichen die Zersetzungsprodukte des Eiweisses für den Sauerstoff nicht aus, so verbindet sich dieser noch mit Fett vom Körper; reichen sie aus, so wird kein Fett vom Körper mehr verbrannt, und es hat die rein stickstoffhaltige Nahrung alle Abgabe von Fleisch und Fett, wie sie beim Hunger statt hatte, gedeckt. Auch bei Zersetzung von sehr viel Fleisch wird schliesslich nicht mehr Wasser und Kohlensäure in der Respiration ausgeschieden, da kein Angriff auf's Fett mehr geschieht, daher man von dem so sehr vermehrten Stoffwechsel nur eine starke Vermehrung des Harnstoffes im Harn wahrnimmt. Die Möglichkeit dieses massenhaften Eiweissverbrauches ist für den Körper ein Mittel, sich grosser Mengen eingeführter stickstoffhaltiger Substanzen zu erledigen; jede Ausschweifung bei der Mahlzeit müsste uns sehr nachtheilig sein, wenn nicht diese Correctur eintreten würde. Wir haben nicht die Ansicht, dieser grosse Stoffwechsel in den stickstoffhaltigen Theilen bei starker Eiweissnahrung fände nur an geformten Geweben statt, die sich zersetzten und an deren Stelle neue Zellen und Gewebe aus der frischen Zufuhr entständen; man meinte dagegen, man müsste von einer solchen massenhaften Neubildung doch auch etwas sehen, was eben nicht der Fall ist. Von einer derartigen Anschauung sind wir aber weit entfernt. In der Wechselwirkung von Gewebe und

Ernährungsflüssigkeit tritt die Verbrennung ein, der Sauerstoff oxydirt, was er auf seinem Wege trifft, altes Gewebe und neu zugeführtes Eiweiss je nach der chemischen Verwandtschaft zu ihnen. Aber auch der Untergang des alten Gewebes ist nicht so grob aufzufassen, dass gleich die ganze Zelle zu Grunde ginge, es tauschen sich die einzelnen die Gewebe constituirenden Molekule gegen andere neue aus.

Reicht man statt Eiweiss nur Fett oder Kohlehydrate dar, so ist man niemals im Stande, auch nicht durch die grösste Menge derselben, allen Verbrauch der stickstoffhaltigen Theile zu verhindern; es erscheint fortwährend Harnstoff im Harn, wenn auch etwas weniger als bei gänzlicher Nahrungsentziehung. Die Wechselwirkung zwischen Gewebe, Plasma und Sauerstoff hört also nie auf, die Eiweisszerstörung dauert fort, sie fällt nur wegen der Beschlagnahme eines kleinen Theiles des Sauerstoffs durch das Fett oder die Kohlehydrate ein wenig geringer aus. Wir haben uns schon dahin ausgesprochen, dass das Fett und die Kohlehydrate im Körper sich nothwendig unter anderen Verhältnissen als das Eiweiss befinden müssen, da sie sich daselbst gerade umgekehrt gegen Sauerstoff verhalten wie ausserhalb des Körpers. Das Eiweiss findet bei dem Durchgang durch die Zellen der Organe die Bedingungen für die Angreifung durch den Sauerstoff; das Fett und die Kohlehydrate scheinen daher wenigstens nicht in der Ausdehnung wie das Eiweiss bei der Saftströmung durch die Membranen der Gewebe zu wandern. Die Kohlehydrate haben nun nach unsern Erfahrungen eine grössere Herabsetzung des Stickstoffumsatzes zur Folge als das Fett und vermindern in grösserer Menge gereicht gleichmässig die Harnstoffausscheidung. Giebt man dagegen Fett in grösseren Quantitäten, so wird die Harnstoffmenge nicht kleiner sondern allmählig grösser, jedoch nie so gross als ohne Darreichung von Fett; man kann experimentell eine bestimmte Menge von Fett in der Nahrung finden, die für den Stickstoffverbrauch am günstigsten ist. Dieser Unterschied in der Wirkung des Fettes und der Kohlehydrate kommt daher, dass das Fett nicht gleich im Blute verbrannt wird, sondern vorher noch

stickstoffhaltige Gewebe, wahrscheinlich die Leber durchsetzt und dadurch einen vermehrten Umsatz der letzteren hervorruft, während die Kohlehydrate gleich im Blute verbrannt werden. Ist während des Durchströmens durch die Zellen der günstigste Moment für eine Oxydation gegeben, so muss, wenn das Eiweiss durch den grössten Theil der Gewebe geht, das Fett nur durch einen geringen Theil, die Kohlehydrate aber ganz im Blute bleiben, ersteres die intensivste Anziehung zum Sauerstoff im Körper haben und den grössten Umsatz an stickstoffhaltigen Substanzen bewirken. Ein sehr fettes Thier liefert beim Hungern weniger Harnstoff, als wenn es unter sonst gleichen Umständen mit Fett gefüttert wird, da Fettnahrung zwar im Ganzen den Stickstoffverbrauch herabsetzt, aber weniger als am Körper schon befindliches Fett, das nicht mehr durch Gewebe zu wandern braucht. Wenn man nun auch die Abgabe des Fleisches vom Körper durch Fett oder Kohlehydrate allein nie hindern kann, so kann man damit doch der Fettabgabe vom Körper vorbeugen und selbst Fett ansetzen machen. Die Kohlehydrate enthalten in demselben Gewicht sehr viel mehr Sauerstoff als das Fett, man braucht daher, um den disponiblen Sauerstoff zu verzehren, viel mehr Kohlehydrate als Fett, während erstere für den Stickstoffumsatz günstiger sind.

Ich bemerke noch, dass auch der Leim im Stande ist, Eiweiss zu ersparen und zwar in grösserer Ausdehnung als Fett und Kohlehydrate; ganz vermag er es aber nicht, so wenig wie die letzteren, zu ersetzen. Er geht wahrscheinlich mit dem Eiweiss in den intermediären Stoffkreislauf über und wird zugleich mit dem Eiweiss beim Durchgang durch die Membranen oxydirt, dem er dadurch Sauerstoff wegnimmt, wodurch er einen Theil desselben vor der Verbrennung schützt. Da der Leim jedoch sehr wenig Sauerstoff bei der Verbrennung verzehrt, so wird daneben meist noch viel Fett vom Körper angegriffen.

Es ist nach diesen Auseinandersetzungen sehr viel reines Fleisch (Eiweiss) in der Nahrung nöthig, um die Abgabe des Fleisches und Fettes vom Körper aufzuheben; mit Fett (oder

Kohlehydraten) allein vermindert sich nur um etwas die Fleischabgabe, die von Fett kann ganz verhindert werden. Der Verbrauch an Nahrung zum Zweck der Verhütung der Gewichtsabnahme des Körpers stellt sich am günstigsten bei Verbindung von Fleisch (Eiweiss) und Fett oder Kohlehydraten in ganz bestimmter Proportion. Setzt man nämlich zu Fleischnahrung Fett, so wird immer wegen der Entziehung von etwas Sauerstoff durch das Fett etwas weniger Fleisch oxydirt als ohne den Fettzusatz, diess tritt ein bei viel und bei wenig Fleisch. Bei viel Fleisch allein wird wegen des dadurch vermehrten Umsatzes viel Fleisch verbraucht, aber keines vom Körper mehr hergegeben, durch gleichzeitige Fettdarreichung wird etwas Fleisch erspart d. h. angesetzt; sind die Zersetzungsprodukte des Fleisches hinreichend, um allen Sauerstoff verschwinden zu machen, so verbrennt nichts von dem zum Fleisch gegebenen Fett, letzteres lagert sich im Körper ab, ein weiterer Beweis, dass das Fleisch nicht einfach im Blute oxydirt wird, sonst müsste ja das Fett daneben viel eher angegriffen werden. Bei wenig Fleisch allein, setzt sich entsprechend weniger Fleisch um, der Körper gibt jedoch noch von seinem eigenen dazu her; fügt man nun zu dieser geringen Menge Fleisch Fett zu, so verringert sich ebenfalls die Fleischzerstörung und man kann durch diese kleine Ersparniss an Fleisch das decken, was der Körper vorher ohne das Fett noch hergegeben, so dass man somit durch wenig Fleisch mit Fettzusatz schon den Punkt erreicht hat, bei dem der Körper von seinem Fleisch nichts mehr verliert. Das Fett wird also dann wichtig, wenn man Fleisch abzieht und dafür Fett eintreten lässt; es existirt jedoch eine gewisse Grenze für den Eiweissabzug in der Nahrung, unter die man nicht gehen darf, wenn der Körper nicht an Fleisch ärmer werden soll. Das Plus von Fleisch, was der Körper bei spärlicher Fleischfütterung abgiebt, ist nicht bedeutend; es vermindert sich nur sehr langsam in Folge der allmählichen Sauerstoffentziehung bei der Oxydation grösserer Mengen Fleischs; man braucht daher bei einer mässigen Fleischration nur sehr wenig Fleisch zu ersparen, um den Ersatz eintreten

zu lassen. Kohlehydrate wirken auch hier aus dem schon erwähnten Grunde eher ausgleichend als Fett, d. h. man braucht zur Erhaltung der Körpermischung weniger Eiweiss dazu zu setzen; Kohlehydrate binden nur viel weniger Sauerstoff als das Fett, so dass, um das Fett des Körpers vor der Verbrennung zu schützen, von ersteren sehr grosse Massen verzehrt werden müssen; der Pflanzenfresser hat darum in seinem an Kohlehydraten reichen Futter wenig Eiweiss nöthig, er muss jedoch zur Beschlagnahme des Sauerstoffes sehr viel Kohlehydrate zu sich nehmen. Der Fleischfresser kann nur schwer solche Mengen Kohlehydrate bewältigen, um daraus Fett anzusetzen, er bildet nur aus Fett Fett, wesshalb man nie mit Vortheil einen Fleischfresser zur Mast benützt; die Nahrung desselben muss sehr eiweissreich sein, besonders wenn sie fettarm ist; verzehrt er Fleisch und Fett in günstigem Verhältniss, so führt er der Masse nach viel weniger ein als der Pflanzenfresser.

Die Quantität des Körpers an Fleisch und Fett ist auch hier maassgebend, in welchem Verhältniss und wie viel Fleisch und Fett zur Deckung des Stoffwechsels eingenommen zu werden braucht, wie man nach dem früher gesagten einsehen wird. Hat man aber den Werth des Eiweisses, des Fetts oder der Kohlehydrate in der Nahrung einzeln oder gemischt erkannt, so lässt sich sehr leicht der Werth zusammengesetzter Nahrungsmittel z. B. das des Brodes, der Kartoffeln, des Reises etc. je nach ihrem Gehalt an obigen Stoffen feststellen. Die geringste Menge von Fleisch und Fett oder Kohlehydraten, die die Deckung der Ausgaben in einem betimmten Fall erreicht, nenne ich das Ideal der Nahrung. Dasselbe fällt aber ganz verschieden aus je nach dem Zustande des Individuums an Fleisch und Fett und gilt nur für diesen jeweiligen Zustand. Eben weil die Menge des Fleisches und Fettes am Körper beim selben Individuum und an verschiedenen nicht immer gleich ist, diese Verschiedenheit aber vor Allem in das Resultat des Stoffwechsels eingreift, ist es nicht möglich, Stoffwechselbeobachtungen, die auf 1 Kilogramm Thier reducirt sind, unter einander vergleichen zu können. Man müsste dazu wissen, ob

diese Einheit in ihrer Zusammensetzung immer die gleiche war; denn auf 1 Kilogramm Thier kommt nicht eine bestimmte Menge Harnstoff, sondern es frägt sich, in welchem Verhältniss stehen in diesem Kilogramm Körper das Fleisch und das Fett, denn darnach richtet sich die Grösse des Umsatzes.

Nach dem bisher Gesagten wird natürlich jede Ursache, welche mehr Parenchymflüssigkeit durch das Gewebe gehen macht, den Umsatz der stickstoffhaltigen Substanzen vermehren. Ich werde zeigen, dass Wasser in grösserer Menge gesoffen, den intermediären Stoffkreislauf vergrössert und damit auch die Eiweisszersetzung und die Harnstoffmenge. Die sogenannten Entzündungen sind charakterisirt durch ein stärkeres Zuströmen von Ernährungsflüssigkeit an gewisse Stellen des Körpers, wodurch im betreffenden Gewebe nothwendig mehr Eiweiss verbrannt wird; wir sind dann im Stande, die Folgen dieses grösseren Umsatzes (mehr Harnstoff und Wärme) wahrzunehmen. Was in letzterem Falle die lokale Verstärkung der Säfteströmung hervorgerufen hat, ist noch unbekannt, wir könnten uns z. B. denken, dass die Gefässe durch eine Aenderung des Lumens oder ihrer Wandung mehr Flüssigkeit durchlassen; jedenfalls müssen wir nach irgend einer neu zutretenden Bedingung suchen, in Folge deren dem Gewebe mehr Plasma mitgetheilt wird, wodurch im Ganzen oder lokal der Umsatz andere Dimensionen annimmt. Ist die Zufuhr des Plasma's bedeutender als die Abfuhr und die Zerstörung, so kommt es zur Bildung eines Exsudats; die Aerzte haben gewöhnlich die Ansicht, ein einmal gesetztes Exsudat verhalte sich wie ein Sumpf, und wenn es zur Besserung komme, fingen die Blutgefässe auf einmal an zu resorbiren. Diese Idee ist völlig unverträglich mit unseren physiologischen Vorstellungen; nichts ist in Ruhe im Körper, auch im Exsudate gehen beständige Veränderungen wie in den übrigen Theilen des Körpers durch den Stoffwechsel vor sich. Es wird normal in jedes Gewebe immer exsudirt und wieder resorbirt, wodurch eben eine bestimmte Durchtränkung des Gewebes mit Flüssigkeit und eine bestimmte Grösse des Stoffwechsels resultirt. Uns noch dunkle Veränder-

ungen können veranlassen, dass die Exsudation über die Resorption ein gewisses Uebergewicht bekommt, dann findet eine pathologische Ansammlung von Ernährungsflüssigkeit statt, die wieder abnimmt, wenn Exsudation und Resorption in's normale Verhältniss zu einander treten.

Es lässt sich aus dem Allem für einen bestimmten Zustand des Körpers das ihm zu reichende Nahrungsideal angeben, und es lässt sich voraussagen, welche Folgen bei einer gewissen Nahrung eintreten werden. Damit glaubten wir vor der Hand die Aufgabe der Wissenschaft gelöst, denn wir hatten die Ursachen gefunden, aus denen mit Nothwendigkeit die Zersetzungen in bestimmter Art und Weise geschehen mussten.

In unmittelbarer Folge dieser Zersetzungen nun sehen wir im thierischen Organismus nach Aussen bemerkbare Kraftwirkungen (z. B. Wärme, mechanische Bewegung, elektrische Ströme etc.) auftreten. Nach dem in den Naturwissenschaften bereits eingebürgerten Prinzip der Erhaltung der Kraft entstehen niemals Kräfte von selbst oder vergehen spurlos, sondern es kommen nur Umsetzungen derselben in einander vor und es ist wie bei den materiellen Stoffen immer ein sich gleich bleibendes Maass derselben im Ganzen vorhanden. Diese unendlich wichtige Erkenntniss ist auch auf die Kräfte der organischen Materie übertragen worden, man hat aber nur selten die daran für die Vorgänge im Thier sich knüpfenden Consequenzen und die Gründe des Erscheinens von Kraftäusserungen eingehender besprochen. Viele Mediziner kennen desshalb von diesem für das Verstehen der Processe im Körper so weit tragenden Naturgesetze kaum mehr als den Namen und wissen nicht, um was es sich für uns dabei handelt; ich halte es daher zum allgemeinen Verständniss meiner dritten Abhandlung für erspriesslich, über die Möglichkeit des Zustandekommens von Kraftäusserungen in organischen Körpern einige Worte zu sagen.

Nach dem angegebenen Principe existirt also eine gewisse Summe von Kraft, die nicht zu und nicht abnimmt; eine Kraftäusserung irgend einer Art kann nur zu Stande kommen durch Umwandlung einer anderen in diese. Auch alle organischen

Kräfte müssen irgend woher kommen d. i. aus einem schon vorhandenen Spannvorrath, der dann um eine bestimmte Grösse abnimmt, hervorgehen. Wir kennen hiefür beim Thier keine anderen Ursachen als die mit chemischer Spannung eingeführten Nahrungsstoffe, welche bei ihrer Zersetzung an Spannung verlieren; denn die äusseren Einflüsse wie die Wärme der Atmosphäre, Licht oder kosmische Elektricität wirken wohl auf den thierischen Organismus irgend wie ein, sie sind es aber nicht, welche ihm die Kräfte für seine Leistungen abtreten.

Es fallen im Körper eine Reihe organischer Verbindungen, stickstoffhaltige und stickstofflose, der Zersetzung anheim. Stoffe unorganischer Natur werden kaum zersetzt, sie würden dabei auch meist Kraft in Anspruch nehmen, anstatt welche zu liefern, so z. B. das Wasser.

Jede chemische Verbindung ist durch ein bestimmtes Zusammenwirken von Kräften bedingt, ohne die die betreffende Verbindung nicht existiren kann. Eine Schwankung in der Grösse und Richtung dieser Kräfte muss nothwendiger Weise auch eine mehr oder weniger sichtbare Aenderung in der chemischen Verbindung hervorrufen, und umgekehrt ist bei jeder Aenderung in der chemischen Anordnung ein von dem ersten verschiedenes Maass von Kräften, die diese Verbindung zusammenhalten, vorhanden. Auch die geringste Aenderung der Kräfte macht eine Verbindung zu einer anderen; sie wird einen Unterschied in ihren physikalischen Eigenschaften zeigen, wenn auch die Chemie noch keine Differenz nachzuweisen vermag. Bei einer kleinen Temperaturschwankung ändert sich der Brechungscoefficient, die specifische Wärme eines Stoffes, der für den Chemiker noch der nämliche bleibt. Wenn aber die günstigen Umstände vorhanden sind, kann durch eine ebenso geringe Kraftänderung eine chemisch nachweisbare Alteration des Stoffes entstehen; ist z. B. die Entzündungstemperatur (günstiger Umstand) beim Schiesspulver vorhanden, so reicht eine kleine Temperaturerhöhung oder Stoss hin, andere Combinationen der chemischen Verbindung mit geringerer Spannung hervorzubringen. Die organischen Verbindungen sind solche,

bei denen es nur eines schwachen Anstosses bedarf, um die Zersetzungen einzuleiten.

Verbinden sich nun zwei Körper von gewisser Spannung mit einander und hat die entstehende Verbindung eine geringere Spannung als die Summe beider Anfangsglieder, so kann die Differenz der Spannung irgend eine Kraftäusserung hervorbringen; wird die entstandene Verbindung zersetzt, so muss nothwendiger Weise die entsprechende Spannung wieder hinzu kommen, damit die beiden ersten Körper sich wieder bilden können. Im thierischen Organismus geschieht nun die Zersetzung unter Mitwirkung des Sauerstoffes der Atmosphäre, denn die Zersetzungsproducte treten als Sauerstoffverbindungen mit geringerer Spannung aus; nach Maassgabe dieser Umsetzung wird Kraft frei und für Wärme, mechanische Bewegung etc. verwendbar.

Für die schärfere Beurtheilung dieser Vorgänge und des Werthes, den einzelne Factoren dabei haben, ist es von grossem Nutzen, die Verhältnisse im Thiere mit denen in der Pflanze in Vergleich zu setzen.

Bei der Pflanze treffen wir die nämlichen histologischen Elemente wie bei den Thieren, Zellen und aus Zellen hervorgegangene Gebilde; es ist schwer, an ihnen in ihrer ersten Form (junge Thierzelle und primordiale Pflanzenzelle) mikroscopisch oder chemisch sichere Unterscheidungsmerkmale zu entdecken. Nichtsdestoweniger bietet sich in den Lebensäusserungen der höheren Pflanzen eine so auffällige Verschiedenheit von denen der höheren Thiere dar. Die Ursache ist in den verschiedenen Umständen, unter denen sich höhere Thiere und Pflanzen befinden, zu suchen.

Die Pflanzen nehmen im grossen Ganzen betrachtet Kohlensäure und Wasser auf, zerlegen dieselben und scheiden den davon getrennten Sauerstoff ab. Aus der Kohlensäure, dem Wasser und Ammoniak entsteht bei ihnen Eiweiss, Kohlehydrate und Fett etc., lauter Verbindungen mit weniger Sauerstoff als in der Kohlensäure und dem Wasser. Wenn Eiweiss, Kohlehydrate oder Fett sich mit Sauerstoff verbinden und in Folge

davon wieder Ammoniak, Kohlensäure und Wasser entsteht, so wird erfahrungsgemäss eine grosse Menge Spannung als Wärme frei; wird also umgekehrt aus Ammoniak, Kohlensäure, und Wasser von der Pflanze Eiweiss, Kohlehydrate und Fett gebildet, so muss diese Spannung vorerst hinzukommen. Oder anders ausgedrückt: Kohlenstoff und Sauerstoff für sich enthalten mehr Kraft als die Verbindung Kohlensäure, so wie Wasserstoff und Sauerstoff für sich mehr als die Verbindung Wasser, die Spannung muss bei der Verbindung beider als Wärme, Elektricität etc. frei werden. Scheidet die Pflanze aber Sauerstoff aus, so muss Kraft hinzu und zwar ausserordentlich viel, denn Eiweiss und Kohlehydrate geben sogar beim Verbrennen höchst wahrscheinlich mehr Wärme als der in ihnen enthaltene Kohlenstoff und nicht an Sauerstoff gebundene Wasserstoff für sich allein liefern würden.

Woher kommt der Pflanze dieser Kraftvorrath? Er wird nicht aus der Pflanze selbst genommen, sonst müsste in ihr ebensoviel Substanz zerstört werden, als neue aufgebaut und ein Wachsthum der Pflanze wäre unmöglich gemacht. Die Kraft muss daher von Aussen zukommen; wir kennen keine andere als die des Sonnenlichtes oder der Wärme, ohne welche die Pflanze nicht gedeihen. Wärme und Licht sind zwei verschiedene Bedingungen für das Wachsthum der Pflanzen, eine kann die andere nicht ersetzen. Ohne Licht grünt und wächst die Pflanze nicht; die Lichtbewegung ist eine andere Bewegung als die der Wärme und es scheint, dass nur erstere im Stande ist, die Desoxydationen einzuleiten. Die Kraft des Lichtes und der Wärme wird als chemischer Spannvorrath in der Pflanze aufgespeichert.

In den Pflanzen finden wir nur wenig Zeichen, welche eine Zersetzung mit Kraftentwicklung beurkunden. Die Eigenwärme derselben, Bewegung, Elektricität etc. sind sehr geringfügig. Da aber die Pflanze doch eine etwas höhere Eigenwärme als der umgebende Raum hat, so zerfallen in ihr auch chemische Verbindungen, und zwar wahrscheinlich wie beim Thier unter Mitwirkung des Sauerstoffes, da die Pflanze immer auch Kohlensäure ausscheidet. Wir wissen, dass vorzüglich die grünen dem

Licht ausgesetzten Pflanzentheile die Kohlensäure und das Wasser desoxydiren, von Aussen Kraft brauchen und zum Wachsthum beitragen; die inneren nicht grünen Theile, die Blüthen, Früchte oder die grünen Theile bei Nacht machen den umgekehrten Process, sie oxydiren die vorhandene Substanz zu Kohlensäure. Es handelt sich natürlich darum, welcher Vorgang die Oberhand behält; in der Pflanze finden sich zwar immer Oxydationen, aber im Ganzen mehr Desoxydationen, wodurch schliesslich ein Ueberwiegen des Wachthumes über die Zersetzungen resultirt.

J. R. Mayer, der in seiner ausgezeichneten, nur zu wenig bekannten Schrift „die organische Bewegung in ihrem Zusammenhange mit dem Stoffwechsel, 1845" zuerst diese Verhältnisse in Betracht gezogen, ist geneigt, die bei der Zerstörung organischer Verbindungen in der Pflanze gewonnene Kraft zum kleinsten Theile als freie Wärme auftreten, zum grösseren wieder für chemische Trennung oder Verbindung verwenden zu lassen. Letztere Annahme hat wohl eine gewisse Berechtigung, da sonst die Pflanze zum Theil in der Nacht nutzlos einrisse, was sie unter Tags aufgebaut und da die nach Aussen bemerkbaren Kraftwirkungen der Pflanzen, wie erwähnt, nur sehr geringfügig sind und vorzüglich in Hervorbringung einer bestimmten Menge Wärme bestehen. Die Säfte werden in ihnen wohl auf und ab bewegt, was der Hebung von grossen Lasten gleicht kömmt, und wozu der Aufwand irgend einer Kraft erforderlich ist. Diese Bewegungen geschehen aber nicht durch die bei Oxydationsprocessen frei werdende Kraft; denn dieselben Erscheinungen finden ohne Zerfall bei endosmotischen Versuchen statt, hervorgebracht durch die Molekülaranziehung der einzelnen Theilchen, indem der Ueberschuss der Anziehung nach einer Seite hin die Erhebung von Flüssigkeitsmassen bedingt. Die Wasserverdunstung an der Oberfläche befördert nach den bekannten Untersuchungen Liebig's diese Strömung durch stärkere Concentrirung der Flüssigkeit.

Ganz verschieden hievon sind dagegen die Vorgänge im Thierleib, dessen Theile, obwohl ursprünglich mit fast gleichen Eigenschaften wie die Pflanzen begabt, im Allgemeinen nicht

Kohlensäure, Wasser etc. zur Bildung complicirter chemischer Verbindungen desoxydiren, sondern umgekehrt erstere aus letzteren erzeugen und in Folge davon ausserordentlich grosse Kraftäusserungen nach Aussen hervorbringen. Eine genaue Einsicht in den Grund dieser durchgreifenden Differenz muss von Bedeutung für die Anschauung der Processe im Thiere und der Pflanze sein und uns über die Bedingungen des Auftretens solcher Kraftwirkungen Aufschlüsse verschaffen.

Die beträchtliche Sauerstoffaufnahme bei den höheren Thieren gegenüber den Pflanzen kann allein diesen Unterschied machen. Bei den Thieren sind die mit dem Sauerstoff in Berührung kommenden Theile im Dunkeln und haben eine ungemein grosse Oberfläche, da der vom Blute aufgenommene Sauerstoff in einer Unzahl feiner und feinster Kanälchen zu den Elementartheilen der Organe geführt wird. Der dabei in Menge zur Verfügung stehende, höchst wahrscheinlich ozonisirte Sauerstoff oxydirt, was er auf seinem Wege trifft, je nach dem Maass seiner Verwandtschaft zu den im Körper befindlichen chemischen Verbindungen.

Beim Thier ist die Oxydation vorherrschend, bei der Pflanze die Desoxydation und das Wachsthum; je nach der Intensität der Mitwirkung des Sauerstoffes bei den Processen der Zellen geht das eine oder andere überwiegend vor sich. Bei dem Thiere kann daher ein Wachsthum nur dann eintreten, wenn aller Sauerstoff in Beschlag genommen ist. Dies Gesetz fanden wir in der That bei unsern Versuchen über die Ernährung bewahrheitet, indem Fett und Fleisch erst angesetzt wird, wenn kein Sauerstoff mehr da ist, der sie verbrennt. Da beim Fleischfresser hinlänglich Sauerstoff vorhanden ist, die eingeführten Kohlehydrate zu oxydiren, so ist bei ihm, wie schon gesagt, selten die Möglichkeit gegeben, aus Stärke oder Zucker Fett anzusetzen. Anders ist es beim Pflanzenfresser; seine in grossen Quantitäten eingenommene Nahrung hat einen geringen Eiweissgehalt und ist sehr reich an Kohlehydraten; ist durch letztere aller Sauerstoff verzehrt, so treten ähnliche Verhältnisse ein wie bei der Pflanze, es wird aus Stärke und Zucker Fett

gebildet, d. h. die Oxydationsvorgänge machen den Desoxydationen Platz. Nach Bindung des Sauerstoffes wird keine thierische Substanz mehr zerstört, es kommen Zustände wie bei der Pflanze; nur bleibt noch immer der Unterschied, dass die Pflanze noch im Stande ist, Kohlensäure, Wasser und Ammoniak zu neuen höheren Verbindungen zu combiniren, was das Thier auch nach Verzehrung alles Sauerstoffes nicht thut. Hiefür müssen in der Pflanze ganz bestimmte im Thier fehlende Bedingungen vorhanden sein, die wahrscheinlich in der Mitwirkung des Sonnenlichtes und der Wärme zu suchen sind.

Beim Thier und der Pflanze kommt es daher ganz auf die Menge des einathembaren Sauerstoffes an, wenn die Grenze, wo die Zersetzung dem Wachsthum Platz macht, eintreten kann. Ein kleines Kind hat einen im Verhältnisse zu seinem übrigen Körper geringeren Lungenraum als ein Erwachsener und wird im Verhältniss weniger Sauerstoff einathmen; bei ihm muss auch bei wenig Nahrung bald der Punkt gekommen sein, bei dem angesetzt wird und Wachsthum erfolgt. Das Gleiche gilt für den Erwachsenen; es giebt grosse dicke Leute, die nicht mehr essen als magere und kleinere und dennoch werden erstere immer fett, letztere bleiben dürr. Die Korpulenten haben eine im Verhältniss zu ihrem grossen Körper zu kleine Lunge, der Sauerstoff wird desshalb bald zu Ende sein und Fett sich ablagern. Es ist allbekannt, dass eine Milchkuh ruhig im Stalle gehalten wird, um so wenig als möglich Sauerstoff zutreten zu lassen. Auf gleichen Principien beruht das Verfahren bei Mästung der Gänse zur Erzielung grosser und fetter Lebern.

Wenn durch die Verschiedenheit in der Sauerstoffaufnahme bei den höheren Pflanzen die Wachsthumsvorgänge, bei den höheren Thieren die Oxydationen vorherrschend sind, so gilt dies nicht mehr für die niederen Formen beider Reiche. Es kann Thiere geben, die mehr Kohlensäure desoxydiren als Kohlenstoff verbrennen. Man vermag also auch hierin keinen durchgreifenden Unterschied zwischen Pflanze und Thier aufzufinden, es existirt nur ein quantitativer. Die Bedingungen, unter die

die thierische und pflanzliche Zelle geräth, sind quantitativ verschieden, so dass quantitativ ungleiche Vorgänge daraus resultiren. Die entscheidende Differenz ist der Grad der Aufnahmsfähigkeit für den Sauerstoff, denn dadurch bildet sich in der höheren Pflanze ein schnelles Wachsthum, im höheren Thiere eine Zerstörung aus.

Damit sind auch die Leistungen beider Organismen nach Aussen bestimmt. Bei Desoxydationsprocessen, wie sie in der Pflanze stattfinden, muss Kraft noch hinzu, die geringen Oxydationen in den Pflanzen machen wenig Kraft frei. Welche Leistungen nach Aussen vollbringt aber im Gegensatz dazu das Thier! Diese sind allein ermöglicht durch die Verbrennung der organischen Substanz, (Eiweiss, Fett oder Kohlehydrate) zu Kohlensäure, Wasser und Ammoniak; denn diese Endproducte enthalten bei weitem weniger Spannvorrath als die Anfangsglieder, wodurch lebendige Kraft übertragbar wird, mag sie sich vorläufig manifestiren wie sie will.

Damit haben wir erkannt, dass die Vorgänge in den Organismen einzig und allein hervorgerufen sind durch eine grosse Reihe von äusseren Einflüssen, denen die bestehende Materie unterstellt worden, die zu entwickeln und in ihrem Werthe darzulegen Aufgabe der Forschung ist. Es ist demnach nicht einerlei, ob mehr oder weniger Sauerstoff eingeathmet wird, mehr oder weniger Fett und Eiweiss am Organ abgelagert ist und im Plasma zugeführt wird. Je nach diesen verschiedenen Einflüssen sind die zu Tage tretenden Erscheinungen verschieden und wird wenig oder viel Kraft frei, aber letztere nur in Folge derselben. Der Bedarf der Kräfte ist niemals ein Motor für die Zersetzung; der Zerfall wird nur durch die erwähnten zwingenden Ursachen hervorgebracht und secundär entstehen gewisse Kraftäusserungen, ohne die freilich der Organismus nicht bestehen kann.

Nach diesen Auseinandersetzungen braucht es keiner Beweise weiter, wie wichtig es ist, alle Einflüsse auf die Processe im Thiere zu erkennen, um die Erscheinungen des Lebens zu

erklären. Sie werden aber auch zeigen, dass es keine einfache Aufgabe ist, einen dieser Einflüsse für sich allein zu erforschen, da das Versuchsergebniss immer die Resultirende einer grossen Zahl von Einwirkungen darstellt. Erst durch die Aufschlüsse, welche uns unsere gemeinschaftlichen Untersuchungen gegeben, ist man in den Stand gesetzt worden, die verschiedenen Factoren aus einander zu halten und so eine Einsicht in die Vorgänge im Thierkörper zu gewinnen. Es ist unmöglich, den Erfolg irgend eines Agens auf den Körper anzugeben, wenn man nicht die Gesetze des Stoffwechsels auf's Genaueste kennt. Man findet auch bei der regelmässigsten Lebensweise in der Masse des Körpers beinahe fortwährende Schwankungen an Fleisch und Fett, womit sich der Stoffumsatz ganz ungemein ändert; diese Schwankungen sind stets zu verfolgen und in ihrem Einflusse zu übersehen, ehe man den eines andern Agens taxiren will. Ebenso genau müssen die Wirkungen der verschiedenen Quantität und Qualität der Nahrung bekannt sein und deren Zusammensetzung während einer Versuchsreihe möglichst gleich erhalten werden. Man wird sich daher vorläufig bei solchen Experimenten nur an Thiere halten können, bei denen die Bestandtheile des Futters ungleich leichter zu bestimmen sind als in den zusammengesetzten Speisen des Menschen; auch nur das Thier möchte eine so monotone Lebensweise unter möglichst gleichen äusseren Verhältnissen ertragen.

Alle diese unumgänglich nöthigen Erfordernisse wurden bei den bis jetzt vorliegenden Arbeiten über die Wirkung von Stoffen auf den Stoffwechsel kaum beachtet. Ich muss gestehen, dass ich den grössten Theil der früheren Untersuchungen der Art, besonders der am Menschen angestellten als ganz unsicher betrachte, nachdem Prof. Bischoff und ich beim Studium der Ernährung auf zwar an und für sich einfache Verhältnisse gestossen sind, die aber die bedeutendsten Abweichungen durch Dinge, auf welche man bis dahin gar keine Rücksicht genommen hat, erleiden können. Wir betrachten von nun an nur diejenigen Untersuchungen über den Stoffumsatz als beachtenswerth, aus denen man ersieht, ob aller umge-

setzter Stickstoff in den Exkreten wieder erscheint, ob der Körper in Fleisch und Fett auf seinem Gewicht geblieben, ob immer genau die gleiche Nahrung genossen worden, ob endlich die übrigen Bedingungen, unter denen der Körper lebte, stets die nämlichen waren.

Gehen wir nun nach dieser Einleitung zu den Versuchen selbst über, die uns über die Wirkung dreier wichtiger Agentien auf den Stoffwechsel Aufschlüsse geben sollen.

I.

Ueber den Einfluss des Kochsalzes in der Nahrung auf die Stoffwechselvorgänge.

Die Ausscheidung des Kochsalzes der Nahrung im Harn und die Wirkung desselben auf die Zersetzungen im Körper sind in neuerer Zeit zum Gegenstande mehrerer Untersuchungen gemacht worden, unter denen ich vorzüglich die von Th. Bischoff (der Harnstoff als Maass des Stoffwechsels 1853, S. 111—115 und Annalen der Chemie und Pharmazie 1853. N. R. Bd. 12, Heft 1. S. 109—112) am Hund und die von W. Kaupp (Archiv für physiol. Heilkunde 14. Jahrg. Heft 3. 1855. S. 385—424) am Menschen ausgeführten nenne. Wenn ich hiermit abermals darauf zurückkomme, so geschieht es, weil ich die Sache durch die vorgängigen Bearbeitungen nicht für abgemacht halte; denn es blieben noch immer die Hauptfragen unentschieden, erstens, auf welchen Wegen wird das eingeführte Kochsalz aus dem Organismus entfernt und zweitens, hat das Kochsalz auf die Harnstoffmenge einen Einfluss oder nicht?

Die erste Frage ist ungelöst, da es den meisten Beobachtern mit der Kochsalzausscheidung gegangen ist, wie mit der des Stickstoffes, sie waren nicht im Stande, alles genossene Salz in den Exkreten (Harn und Koth) wieder aufzufinden.

Wo das Fehlende blieb, war ein Räthsel, das einer genügenden Aufklärung bedurfte.

Das zweite, der Einfluss auf den Stoffwechsel ist im Hinblick auf die veränderten Gesichtspunkte, die sich für Untersuchungen der Art aus unserer Ernährungsarbeit ergaben, nochmals zu studiren. Man nimmt jetzt allgemein eine Vermehrung des Umsatzes stickstoffhaltiger Gebilde als Folge der Kochsalzeinfuhr an; es war mir desshalb von grossem Interesse, hierüber Gewissheit zu erhalten, nicht nur weil das Kochsalz einen unentbehrlichen Bestandtheil unserer Nahrung ausmacht, sondern auch aus dem schon angeführten Grunde, um alle Momente, welche den Stoffwechsel beeinflussen, genau kennen zu lernen, und so zu entscheiden, ob noch andere Faktoren für die Zersetzungen der organischen Materie existiren, als die von uns schon aufgestellten.

Wenn man zusehen will, ob irgend eine Substanz von Folgen auf die gewöhnlichen Vorgänge im Thierleib ist, so muss man vorher nach unsern bereits in der Einleitung gemachten Bemerkungen diese Vorgänge ihrem Maass nach kennen und ihre möglichste Gleichmässigkeit während eines gewissen Zeitraumes in der Gewalt haben. Da nun die Qualität und Quantität der Nahrung und des Körpers nach unseren Untersuchungen hiefür von der grössten Bedeutung sind, so ist immer die gleiche Nahrung zu reichen und zwar von der Art, dass der Körper dadurch keine Veränderungen erfährt. Als Untersuchungsobject nimmt man aus schon besprochenen Gründen den Hund und giebt als Nahrung am besten Fleisch, weil sich damit der Umsatz am schnellsten in's Gleichgewicht setzt und man durch dasselbe am sichersten die Schwankungen am Körper und in den Zersetzungen vermeidet; man wählt fettarmes Kuhfleisch, auf dessen Reinigung von Fett, Sehnen etc. man mit der scrupulösesten Sorgfalt bedacht sein muss. Derlei Geschäfte dürfen nie einem Diener allein überlassen werden, da solche Leute die Tragweite eines Fehlers nicht einsehen. Ich habe selbst mit Hand angelegt und mich es nicht verdriessen lassen, an manchen Tagen drei bis vier Stunden dem langwei-

ligen Fleischausschneiden zu widmen. Nur so ist man sicher, stets Fleisch von der nämlichen elementaren Zusammensetzung zu füttern. Das gesammte Fleisch wird dem Hund in der Frühe immer zur gleichen Stunde (in dieser Untersuchung um 9 Uhr Vormittags) gereicht; er frisst dasselbe in wenigen Minuten auf, und fastet nun von da ab 24 Stunden. Die Fleischmenge muss hinreichen, den Eiweiss- und Fettverbrauch des Thieres während dieser Zeit gerade zu decken; zu dem Zweck giebt man viel Fleisch, von dem in den ersten Tagen meist angesetzt wird, was an einem Abgange von Stickstoff im Harn zu erkennen ist. Bald jedoch hat sich der Körperumsatz mit der eingenommenen Nahrung in's Gleichgewicht gesetzt, d. h. es wird ebenso viel Stickstoff im Harn und Koth ausgeschieden als in den Darm eingeführt worden. Nun ist man sicher, einen bei der gleichen Nahrung sich gleich bleibenden Zustand des Thieres hervorgebracht zu haben, und im Stande, die durch irgend eine Substanz eingeleiteten Aenderungen scharf zu erkennen, da Nahrung und Körper keine Schwankungen mehr bedingen, aber nur unter der Voraussetzung, dass sämmtlicher umgesetzter Stickstoff in den Exkreten gefunden werden kann. Denn wenn man zu der nämlichen Quantität Fleisch z. B. Kochsalz gefügt hat, und es verliert darnach der Körper an Fleisch oder er setzt davon an, was man eben an einer Harnstoffvermehrung oder Verminderung erkennt, so muss dies eine Folge des Kochsalzes sein.

Ich habe zu diesen Experimenten den nämlichen Hund benutzt, der Prof. Bischoff und mir zu unsern Arbeiten über die Ernährung diente, bei dem sicherlich (siehe unsere Unters.) aller verbrauchter Stickstoff im Harn als Harnstoff erscheint. Derselbe hatte um die eben angeführten Erfordernisse zu erfüllen zu der betreffenden Zeit täglich 1500 Grm. Fleisch nöthig, um alle Ausgaben zu ersetzen; auf dies wurde dann ausgeglühtes chemisch reines Kochsalz in verschiedener Menge aufgestreut. Durfte das Thier nebenbei Wasser zu sich nehmen, so war die Quantität seiner Willkür überlassen, um 12 Uhr Mittag wurde es ihm aber zum letzten Mal angeboten und dann

zurückgemessen. Den Harn liess er wie früher meist ausserhalb des Käfigs. Es sind unsere Käfige übrigens jetzt so eingerichtet, dass, wenn auch zufällig in ihnen urinirt werden sollte, nichts verloren geht; es ist sehr schwer dies zu erreichen und vor Allem durch einen glatten von einer grossen Glasplatte gebildeten Boden möglich; auch an der Vorderseite des Käfigs muss ein eigener Verschluss angebracht sein, da die Hunde ohne diesen den Harn meistentheils zum Gitter hinaus entleeren. Die übrigen Cautelen und Betrachtungsweisen blieben die gleichen wie früher.

Nur über die Bestimmung des Kochsalzes im Harn seien mir noch einige Bemerkungen erlaubt. Ich habe zuerst die bekannte von Liebig angegebene Methode mittelst einer titrirten Lösung von salpetersaurem Quecksilberoxyd angewendet, ich kam jedoch sonderbarer Weise beim Hundeharn damit nicht zurecht. Ich habe nämlich, auch wenn ich den gewöhnlichen Fleischharn nach der Ausfällung mit Barytwasser ziemlich stark mit Salpetersäure ansäuerte, schon nach Zusatz einiger Tropfen der Quecksilberlösung eine bleibende Trübung erhalten; ich glaubte anfangs, diesen Mangel an Chlor im Harn mit der geringen Menge desselben im Fleisch in Zusammenhang setzen zu müssen. Als aber zugleich mit dem Fleisch Kochsalz gereicht wurde, brauchte ich bei der Titrirung wieder so wenig der Quecksilberlösung, dass ich misstrauisch wurde und mich veranlasst sah im selben Harn das Chlor mit Hülfe einer titrirten Silberlösung zu bestimmen. Ich hatte nun von letzterer, obwohl sie genau übereinstimmend mit der Quecksilberlösung auf dieselbe gesättigte reine Kochsalzlösung titrirt war, weit mehr nöthig als von ersterer.

Ich brauchte z. B. bei Fütterung mit 1000—1500 Grm. Fleisch:

Quecksilberlösung. (1 c. c. = 10 Mgr. Cl Na.)	Silberlösung. (1 c. c. = 10 Mgr. Cl Na.)
c. c.	c. c.
1.0	12.4
1.0	9.5

Quecksilberlösung. (1 c. c. = 10 Mgr. Cl Na.)	Silberlösung. (1 c. c. = 10 Mgr. Cl Na.)
c. c.	c. c.
0.8	4.0
0.7	9.8
0.3	4.2

Schon bei unserer Untersuchung über die Ernährung habe ich bei der Kochsalzanalyse mit Anwendung der Quecksilberlösung bemerkt, dass die Anzeige im Hundeharn häufig nicht scharf war, doch wurde ich dazumal nicht so ganz im Stiche gelassen wie jetzt.

Man wird den Grund zu suchen haben, der dies sonderbare Verhalten des Hundeharns bewirkt, denn das Liebig'sche Verfahren giebt für eine reine Kochsalzlösung mit Harnstoff und für Menschenharn (aber auch nicht in allen Fällen) ganz genaue Resultate. Ich habe schon geraume Zeit einen noch unbekannten stickstoffhaltigen Körper in Bearbeitung, der in ziemlicher Menge im Hundeharn zugegen durch verschiedene Metallsalze, unter andern auch durch Sublimat gefällt wird. Dieser Körper ist es, der die Anzeige bei der Chlorbestimmung ungenau macht, da die Liebig'sche Methode darauf basirt ist, dass ein Niederschlag von salpetersaurem Quecksilberharnstoff erst entsteht, wenn alles Chlor in Sublimat übergeführt ist; entsteht aber früher, indem Sublimat mit dem angegebenen Körper eine unlösliche Verbindung eingeht, eine Trübung, so giebt diess Anlass zu Fehlern. Ist meine Erklärung richtig, so muss im Hundeharn nach dem Ausfällen mit Barytwasser und Ansäuern mit Salpetersäure durch Sublimatzusatz eine Trübung entstehen; dies ist auch der Fall, während bei gleicher Behandlung der Menschenharn in den meisten Fällen klar bleibt. Ich erinnere mich jedoch von früher auch manchmal im Menschenharn schon nach Zufügen eines Tropfens der Quecksilberlösung eine bleibende Trübung erhalten zu haben, ohne den Grund dazu finden zu können; hier war gewiss eine grössere Menge des erwähnten Körpers vorhanden. Denn es muss der Grad der Trübung von der Quantität dieses Stoffes abhängig sein, da auch im Hunde-

harn die Bestimmung mit Quecksilberlösung manchmal zu hinlänglich genauen Resultaten führt, und da dieser Körper nicht nur im Hundeharn, sondern auch im Harn des Menschen, wenn auch in geringerer Menge, vorkommt.

Ich habe dieser Ursachen wegen, um ganz sicher zu gehen, vorgezogen, mit einer salpetersauren Silberlösung die Kochsalzanalysen auszuführen, zudem ich bei einem grösseren Kochsalzgehalte des Harns für die genaue Harnstoffbestimmung ein vorheriges Ausfällen des Kochsalzes mit Silber nöthig hatte. Wenn man nach Versetzen des Harns mit Barytwasser und schwachem Ansäuren des Filtrates mit Salpetersäure die Silberlösung (1c. c. = 10 Mgr. Kochsalz) zusetzt und dann mit einem Glasstab stark umrührt, so setzt sich der Niederschlag ziemlich schnell zu Boden; die obenstehende Flüssigkeit ist um so klarer, je weniger Chlor zum Ausfällen noch vorhanden ist. Man taucht dann am besten einen Glasstab mit breiter gerader Basis eben in die klare Flüssigkeit ein und bringt so zwei Tropfen auf ein Uhrglas, hinreichend rein um eine genaue Prüfung mit Silber- und Kochsalzlösung zuzulassen. Man kann auch im Hundeharn als annähernden Anzeiger den Umstand benützen, dass der Niederschlag von Chlorsilber nach Ausfällung alles Chlores braun und später schwarz wird; den Grund hiefür werde ich in einer späteren Abhandlung angeben.

Wir gehen zuerst an die erste der aufgeworfenen Fragen, die für uns zwar minder wichtig scheint, aber für spätere Schlüsse doch zu erörtern ist, wie verhält sich die Kochsalzausscheidung im Harn, wenn man verschiedene Mengen Kochsalz in der Nahrung darreicht und wird alles gereichte Kochsalz im Harn und Koth wieder entfernt?

Die früheren Beobachter geben beinahe übereinstimmend an, dass das in der Nahrung eingeführte Kochsalz nicht alles im Harn wieder ausgeschieden werde.

Ein Pferd, welches nach Brunner und Valentin (Handwörterbuch d. Physiol. Bd. I. S. 422) in der Nahrung 0,0301 Pfd.

Chlor eingenommen hatte, schied im Harn 0,0147 Pfd. und im Koth 0,0131 Pfd. Chlor aus, es fehlten also 0,0023 Pfd. Chlor in den Exkreten.

Barral (Annal. de Chim. et de Physiq. 3 Sér. T. 25. 1849. p. 129) bestimmte bei fünf Personen in je fünftägigen Reihen die Chlormenge der Nahrung und die des Harns und Koths; die Mittelzahlen auf 24 Stunden berechnet sind folgende:

	Chlor in der Nahrung in Gmm.	Chlor im Harn in Gmm.	Chlor im Koth in Gmm.	ausgeschiedenes Chlor in Gmm.	Differenz in Gmm.
Mann 29 Jahre	7.81	4.96	0.06	5.02	+ 2.79
Mann 29 Jahre	3.22	3.74	0.02	3.76	— 0.54
Knabe 6 Jahre	1.89	1.94	0.02	1.96	— 0.07
Mann 59 Jahre	3.97	3.35	0.08	3.43	+ 0.54
Mann 32 Jahre	5.22	3.12	0,03	3.15	+ 2.07

Die Differenz ist demnach um so grösser, je mehr die eingenommene Chlormenge steigt; ist letztere sehr klein, so wird selbst mehr entleert als eingenommen. Barral sucht nun die Differenzen aus dem jeweiligen Zustande der Haut zu erklären. Denn er hatte im Verlaufe der ersten Reihe ein Bad genommen, in Folge dessen nach ihm die Haut feuchter wurde und mehr Salz abgab, während er längere Zeit vor und in der zweiten Reihe das Baden unterlassen; dadurch war die Haut trockner geworden und alles Chlor im Harn und Koth aufgetreten. Bei drei an Hammeln angestellten Experimenten fand jedoch, wie ich sehe, Barral (statique chimique des animaux, 1850 p. 228) alles Salz in den Exkreten wieder; er entwirft folgende Tabelle:

Salz eingeführt im Tag		Salz ausgeführt im Tag	
in der Nahrung	als Zuthat	im Harn	im Koth
1.29	12.10	11.58	0.28
1.74	8.22	14.43	0.58
1.61	0	2.45	0.57
4.64	20.92	25.46	1.43
25.56		25.89	

Nach weiteren p. 311 angeführten Untersuchungen entleerte ein anderer Hammel bei Zufuhr von 8.08 Gmm. Chlor

im Tag 7.17 Gmm. im Harn und Koth; bei 0.97 Gmm. Zufuhr wieder mehr, nämlich 1.82 Gmm., bei 6.01 Gmm. Zufuhr 7.25 Gmm. Salz.

Alf. Hegar (über Ausscheidung der Chlorverbindungen durch den Harn, diss. inaug. Giessen 1852) kam durch seine Versuche am Menschen zu dem Schluss, dass wenn mehr Chlor als gewöhnlich eingenommen werde (4—20 Gmm. Kochsalz), die Ausscheidung sehr rasch steige, aber bald nachher zur Norm zurückzukehren scheine(?); es wird nach ihm hierbei nur ein geringer Theil der eingeführten Chlorverbindungen durch den Harn entleert, auch wenn keine vermehrte Stuhlentleerung erfolgte. Er nimmt desshalb ebenfalls eine Aussonderung dss Chlores auf anderen Wegen an.

Buchheim und Wagner machten ähnliche Erfahrungen (Archiv für physiol. Heilkunde Jahrg. 13. Heft 1. 1854 S. 93). Bei 15 Gmm. aufgenommenen Kochsalzes schieden sie in 24 Stunden nur 9.02 und 9.78 Gmm. mehr als sonst im Harn ab. Nach Aufnahme von 5 Gmm. Kochsalz mit 10—15 Gmm. Glaubersalz kamen in mehreren Versuchsreihen in 24 Stunden nur 0.79 – 3.33 Gmm. Kochsalzüberschuss zum Vorschein; im Koth trafen sie so gut wie kein Kochsalz an. Da nun das zugleich eingeführte Glaubersalz im Harn völlig wieder erschien, so glauben sie, das Kochsalz werde nicht entleert, weil es im Körper verwendet und desshalb längere Zeit darin zurückgehalten wird.

Bischoff fand in seiner ersten Untersuchung (der Harnstoff etc. etc. 1853. S. 112), dass von einem Hunde, als er 12 Tage lang je 1 Pfd. Fleisch mit 6.62 und 13.23 Gmm. Kochsalz erhielt, im Ganzen 12.22 Gmm. Kochsalz im Harn weniger enthalten waren als in der Nahrung; in einer zweiten Versuchsreihe (Annalen a. a. O. S. 109) erhielt ein anderer Hund ebenfalls 12 Tage lang je 1 Pfd. Fleisch mit 13.23 Gmm. Kochsalz, wobei am Ende im Harn 13.82 Gmm. Kochsalz abgiengen. Da nun die Hunde auch ohne Kochsalzzusatz zum Fleisch Kochsalz im Harn entleeren, so stellt sich das Deficit noch etwas grösser. Bischoff war damals geneigt eine Zersetzung von Chlornatrium im Körper anzunehmen.

W. Kaupp (a. a. O.) erhielt ganz die gleichen Resultate wie Barral.

Kochsalzzusatz in Gmm.	Im Ganzen täglich aufgenommenes Kochsalz in Gmm.	Im Harn täglich entleertes Kochsalz in Gmm.	Differenz in Gmm.	Abfuhr durch den Harn die Zufuhr = 100 gesetzt.
30	33.6	27.302	+ 6.30	76
25	28.7	24.059	+ 4.64	79
20	23.9	17.633	+ 6.27	72
15	19.0	17.045	+ 1.95	89
10	14.2	13.573	+ 0.63	96
5	9.3	10.083	— 0.78	106
0	1.5	3.773	— 2.27	246

Je geringer darnach die Kochsalzzufuhr ist, desto grösser relativ ist die Ausfuhr, zuletzt übertrifft sogar letztere die erstere. Kaupp frägt sich ebenfalls, wohin das fehlende Kochsalz komme; er zuerst giebt die richtige Erklärung, dass der Körper allmählig kleine Mengen von Kochsalz aufspeichern könne; denn während der geringen Zufuhr ist die Ausscheidung längere Zeit hindurch selbst grösser als die Zufuhr, was in 24 Tagen 41 Gmm. Kochsalz betrug; giebt man darauf wieder Salz, so wird davon zurückgehalten z. B. nach der siebenten Reihe 35 Gmm. und weniger als eingeführt entleert. Es kommt also nach Kaupp im Ganzen sehr auf die vorhergehende Salzzufuhr an; bei einem gewissen Punkte sollen sich Zu- und Abfuhr decken.

Ehe ich meine eigenen Beobachtungen über diesen Punkt mittheile, schicke ich zum Verständniss der Untersuchungsmethode einige Betrachtungen voraus, die ich freilich zum Theil erst nach der Bearbeitung des Themas anstellen konnte. Wird Kochsalz in's Blut aufgenommen und braucht der Körper keines davon, oder hat das Blut schon sein Maximum an demselben erreicht, so muss, dies ist klar, alles wieder ausgeschieden werden. Ich kenne keinen anderen Weg als den durch den Harn, den Koth oder die Haut. Der Koth enthält, wenn durch das Salz nicht Diarrhöen entstehen, so gut wie kein Kochsalz; die Haut führt nur dann, wenn sie schwitzt, Salz in erheblicher Menge weg; es müsste also bei nicht schwitzenden

Menschen und vor Allem bei Hunden, die nur selten schwitzen, alles Kochsalz im Harn sich finden. Es hat aber das Blut oder die Organflüssigkeit eine gewisse Breite der Aufnahmsfähigkeit für Kochsalz, so dass sich darin zu verschiedenen Zeiten verschiedene Mengen davon befinden können; in diesem Falle wird man im 24stündigen Harne nicht alles eingeführte Kochsalz antreffen. Wird nämlich viel Kochsalz genossen, so können das Blut und die Organe etwas reicher daran werden als sonst, es wird also Salz im Körper zurückgehalten und im Harn entsteht ein Deficit; dasselbe geschieht, wenn vorher weniger Salz als nöthig eingeführt worden war, z. B. beim Hunger, wodurch dann bei genügender Zufuhr in der ersten Zeit für den darbenden Körper in Beschlag genommen wird. Hat sich der Organismus noch reichlichem Salzgenuss damit beladen, so tritt nachher bei minder reichlichem das Umgekehrte wie vorher ein, der Ueberschuss wird abgegeben und der Harn enthält ein Plus von Kochsalz; befindet sich zu wenig Salz in den Ingestis, so zeigt sich das Gleiche, da im Körper durch die Organzersetzung mehr Kochsalz überflüssig wird als die geringe Zufuhr beträgt. Diese Sätze werde ich nachher mit Zahlen zu belegen suchen.

Man muss daher, um die uns gestellte Frage experimentell zu erledigen, vorerst die im Harn befindliche Menge Kochsalz, die bei einer bestimmten Nahrung mit für den Körper eben ausreichendem Kochsalzgehalte täglich entleert wird, kennen, hernach erst kann zum eigentlichen Versuche übergegangen werden; nachdem man dann während mehrerer Tage eine bestimmte Portion Kochsalz zu derselben Nahrung zugefügt, geht man zuletzt wieder zu dem ersten Regime über und setzt diess so lange fort, bis so viel Salz wie früher im Harn erscheint, um zu sehen, wie viel Salz im Körper sich angehäuft hat. Beachtet man diess, so ist man, wie ersichtlich werden wird, wenigstens bei Hunden im Stande, alles Kochsalz der Nahrung im Harn wieder zu finden.

Gehen wir nun zur Beleuchtung der Versuche selbst über, deren Resultate am Ende dieser Abhandlung in einer Tabelle

zusammengefasst sind. Der Hund erhielt während 49 Tagen täglich 1500 Gmm. Fleisch mit einem Zusatz von 0 bis 20 Gmm. Kochsalz. Am ersten Tage setzte er, wie immer bei reichlicher Fleischnahrung nach vorhergehender Fütterung mit gewöhnlichem Hundefressen der Fall ist, viel Fleisch (440 Gmm.) an, vom zweiten Tage an hatte sich sein Körper schon mit der gefressenen Fleischmenge in's Gleichgewicht gesetzt, es wurde so viel Stickstoff ausgeschieden als eingenommen. In der ganzen Reihe wurden in 73500 Gmm. Fleisch (bei 3.4 % N.) 2499.00 Gmm. Stickstoff eingeführt; die Ausgabe im Harnstoff betrug 2495.05 Gmm., die im Koth (bei 6.5 % N. in der trockenen Substanz) 30.56 Gmm. Stickstoff; da darnach die Ausgabe an Stickstoff um 26.61 Gmm. die Einnahme überwog, so muss der Hund während der 49 Tage um 783 Gmm. an Fleisch verloren haben. Wodurch diese allmälige Abnahme eintrat, wird später klar werden.

Empfieng das Thier nur Fleisch ohne Kochsalzzusatz, so schied es täglich im Mittel 1.1 Gmm. Chlornatrium im Harn aus, (s. Rubrik XI. der Tabelle) in 49 Tagen hätte die Kochsalzausscheidung also 53.9 Gmm. betragen. Dazu wurden 375 Gmm. Kochsalz gegeben, es müssten sich daher 428.9 Gmm. Chlornatrium im Harn, wenn alles Salz in diesem erscheint, auffinden lassen. Es wurden aber entleert 436.5 Gmm., demnach sogar 7.6 Gmm. mehr als eingenommen, was 1.7 % ausmacht. Will man diese Differenz nicht in die unvermeidlichen Fehlergrenzen rechnen, so wären Gründe genug für das geringe Plus zu finden. Denn es giebt der Hund im Ganzen 783 Gmm. von seinem Fleische her, womit natürlich auch dessen Salze disponibel werden; vor Allem aber erhielt er in den letzten Tagen zum Kochsalz kein Wasser zu saufen, er entleerte aber dennoch grosse Portionen Harn, indem er Wasser von seinem Körper wegnahm; damit musste natürlich auch etwas Kochsalz mitwandern.

Jedenfalls steht so viel fest, dass der Hund im Harn alles überflüssige Kochsalz wieder von sich giebt. Dasselbe bewiesen schon die Kochsalzbestimmungen bei demselben Hunde in unserm Buche über die Ernährung (Tabelle); da aber damals

mit einer Quecksilberlösung titrirt wurde, so habe ich die Ergebnisse nicht für streng gültig angesehen. Ich setze die früher gefundenen Werthe zur Vergleichung hierher:

Datum. 1857.	Salzzuthat zur Nahrung.	Kochsalz im Harn.
24. November	5	—
25. „	5	—
26. „	5	4.758
27. „	5	5.243
28. „	5	4.594
29. „	5	6.429
30. „	5	5.066
1. Dezember	5	5.308
2. „	5	4.164
3. „	5	4.531
4. „	5	4.898
5. „	5	4.654
6. „	5	6.201
7. „	0	1.176
8. „	0	1.247
9. „	0	1.267
10. „	0	1.314
11. „	0	0.798
12. „	0	0.739
13. „	0	0.553
14. „	0	0.613
15. „	0	0.295
16. „	0	0.353
17. „	0	0.319
18. „	0	0.264
19. „	0	0.175
20. „	0	0.355
21. „	0	0.296
22. „	0	0.182

Vom 26. November bis 7. Dezember 1857 bekam der Hund zu 150 Gmm. Fleisch und 250 Gmm. Fett täglich 5 Gmm., in

den 11 Tagen also 55 Gmm. käufliches Kochsalz; vom 7. Dezember ab wurde die Salzzuthat weggelassen, aber erst am achten Tage sank die Salzausscheidung auf das gewöhnliche Maass herab und zwar im Mittel aus 8 Tagen auf 0.28 Gmm. täglich; ohne Salz wären nach dieser Zahl in den 27 Versuchstagen 7.56 Gmm. Chlornatrium im Harn gewesen, dazu kommen die 55 Gmm. eingeführten Salzes, es hätten demnach im Harn 62.6 Gmm. Kochsalz sich finden sollen, während 65.6 Gmm., also 3 Gmm. mehr sich fanden. Es ist dazu zu bemerken, dass der Hund schon 2 Tage vor dem Anfang der Reihe je 5 Gmm. Salz erhalten hatte, von denen er sicherlich zuerst ansetzte; dies Angesetzte ging dann am Ende der Reihe mit hinweg und addirte sich hinzu, was die geringe Mehrausscheidung erklärt. Eine zweite Reihe fiel vom 22. März bis 7. April 1858 und zwar wurde in derselben nach starker Fleischfütterung zu verschiedenen Mengen Fleisch und Stärke 13 Tage lang je 5 Gmm. käufliches Kochsalz zugefügt. Die Salzabgabe im Harn hatte sich folgender Massen gestellt:

Datum.	Salzzuthat zur Nahrung.	Kochsalz im Harn.
1858.		
22. März.	5	0.882
23. „	5	1.780
24. „	5	2.146
25. „	5	3.925
26. „	5	5.970
27. „	5	4.514
28. „	5	9.781
29. „	5	8.844
30. „	5	7.740
31. „	5	5.881
1. April	5	3.726
2. „	5	4.256
3. „	5	3.875
4. „	0	2.928
5. „	0	1.981

Datum. 1858.	Salzzuthat zur Nahrung.	Kochsalz im Harn.
6. April.	0	1.276
7. „	0	0.823

In den 17 Tagen wurden entleert 70.1 Gmm. Kochsalz; es hätten ohnedem im Tag etwa 0.28 Gmm. nach den früheren Bestimmungen, in 17 Tagen also 4.8 Gmm. erscheinen sollen, diess macht mit dem eingeführten Salz 69.8 Gmm., es fehlen also nur 0.3 Gmm., die gewiss auch noch gekommen wären, da den letzten Tag die Ausfuhr noch nicht ganz zum gewöhnlichen Niveau herabgesunken war.

Bei Berücksichtigung der angegebenen Kautelen trifft man also beim Hund alles eingegebene Kochsalz im Harn wieder; ob diess Gesetz jedoch für den Menschen völlig gültig ist, vermag ich vorläufig nicht zu entscheiden. Bei schwitzender Haut wird, wie schon Barral anführte, jedenfalls Kochsalz dem Harn entzogen werden. Es ist diess möglicherweise mit ein Grund für das von andern gefundene Deficit; die Hauptursache wird aber immer das Zurückhalten von Kochsalz im Körper bleiben, was schon Kaupp (a. a. O.) für das Wahrscheinlichste erklärte.

Betrachten wir die tägliche Absonderungsgrösse des Kochsalzes beim Hund überhaupt, so zeigt sich uns dieselbe als eine sehr kleine. Bei 1500 Gmm. Fleischkost werden von diesem Hund im Mittel täglich nur 1.1 Gmm. Kochsalz im Harn ausgeschieden.*) Bei 500 Gmm. Fleisch und 250 Gmm. Fett waren in anderen Beobachtungsreihen nur 0.28 Gmm. täglich vorhanden; beim Hungern 0.30 Gmm.; bei 2000 Gmm. Fleisch

*) Das Fleisch selbst enthält sehr wenig Chlor; in 2.2064 Gmm. Kuhfleisch, die ich im Silbertiegel mit Kali und Salpeter zusammenschmolz, bestimmte ich 0.00631 Gmm. Chlor = 0.286% im trockenen Fleisch; daraus rechnet sich für 1500 Gmm. frisches Fleisch 1.0336 Gmm. Chlor = 1.7032 Gmm. Chlornatrium. Auch das gesoffene Wasser hat nur einen sehr geringen Kochsalzgehalt; in 1 Liter fand ich 0.0105 Gmm. Chlor = 0.0173 Gmm. Chlornatrium, eine gar nicht in Betracht kommende Grösse.

und 200 Gmm. Leim 1.12 Gmm. Ein zweiter Hund von 27 Kilogramm Körpergewicht entleerte, als er mit 840—1120 Gmm. Fleisch gefüttert wurde, im Mittel aus 12 Versuchstagen ganz übereinstimmend mit dem ersten 0.325 Gmm. Kochsalz im Tag; beim Hungern 0.22 Gmm.; bei achttägiger Brodnahrung etwas mehr, nämlich 1.1 Gmm. Ein dritter Hund von 29 Kilogramm Körpergewicht, derselbe, an dem ich die noch mitzutheilende Kaffeeuntersuchung ausführte, hatte ebenfalls bei Brodfütterung im Mittel aus 4 Tagen 1.47 Gmm. Der Organismus braucht also nur eine geringe Zufuhr von Chlornatrium, um das Bedürfniss und den Abgang zu decken, was mir von Interesse zu sein scheint; ein erwachsener Mensch, welcher gemischte und gesalzene Kost geniesst, scheidet natürlich in 24 Stunden viel mehr, im Durchschnitte 11—14 Gmm. Salz als unverwendbar aus.

Reicht man nun dem Hund zu obiger salzarmer Nahrung Kochsalz, so sieht man meist, dass an den ersten Tagen nicht alles wieder im Harn erscheint, sondern ein Theil sich im Körper anhäuft, was sich erst im Laufe der Untersuchung allmählig ausscheidet. Auch Kaupp (a. a. O.) giebt Aehnliches für den Menschen an. Diess ist in der jetzigen Reihe nicht so deutlich, wie z. B. in der schon früher angestellten und Seite 41 angeführten, wo bei 5 Gmm. Salz in der Nahrung die ersten 4 Tage nur ein Theil, zuletzt aber alles ausgegeben wird. Ich kann als hierher gehörig noch eine Beobachtung an dem Hund von 27 Kilogramm Körpergewicht mittheilen, der nach längerer Fleischkost Kartoffeln (täglich im Mittel 1360 Gmm.) erhielt; die Kochsalzmenge bei Fleisch war 0.325 Gmm. im Mittel und bei Kartoffeln:

am 1. Tage	0.388	Gmm.
„ 2. „	0.360	„
„ 3. „	0.829	„
„ 4. „	2.371	„

Nach zu geringer Kochsalzzufuhr, oder nach dem Hungern wird also in der ersten Zeit Salz im Körper zurückgehalten und im Harn entsprechend weniger entleert werden.

Hat man längere Zeit Kochsalz gegeben und entzieht man nun dasselbe wieder, so fällt, weil noch von früher mehr Salz im Körper ist, die Kochsalzmenge im Harn nicht gleich auf die frühere Grösse zurück, was Kaupp ebenfalls schon an sich beobachtete. Diess Gesetz ist deutlich ersichtlich sowohl aus der Haupttabelle Rubrik XI (13. — 15. und 29. October), als auch aus den beiden früheren oben mitgetheilten (Tabelle Seite 40 vom 7. — 14. Dez. und Tabelle Seite 41 vom 4. - 7. April). Wenn die Hunde einige Zeit hindurch mit gemischtem Fressen (Ueberbleibsel vom Tisch des Menschen) gefüttert worden sind, das so viel Salz enthält als die gewöhnliche Nahrung des Menschen, so trifft man im Harn des Hundes natürlich viel Kochsalz; giebt man nun darauf reines Fleisch, so macht die grössere Quantität Salz im Harn nur ganz allmählig der kleinen Platz; der Hund erhielt z. B. nach solchem gemischten Fressen 1000 — 1200 Grmm. Fleisch und entleerte in einem ersten Falle:

am 1. Tage	6.572	Grmm.	Kochsalz im Harn.
„ 2. „	2.680	„	
„ 3. „	2.747	„	

in einem zweiten Falle:

am 1. Tage	7.416	Grmm.
„ 2. „	1.846	„
„ 3. „	1.776	„

in einem dritten Falle:

am 1. Tage	3.836	Grmm.
„ 2. „	2.699	„
„ 3. „	2.036	„

Dasselbe muss natürlich beim Hungern eintreten, die Kochsalzmenge muss allmählig abnehmen; da aber immer noch Fleisch zersetzt wird, so wird fortwährend das in diesem befindliche Kochsalz mit ausgeschieden werden. Wundt (Journ. f. prakt. Chemie 1853. Bd. 59. Heft 5. S. 354) nahm so wenig als möglich Kochsalz zu sich und schied folgende Quantität Kochsalz im Harn aus:

1. Tag	7.207	Grmm.
2. „	3.623	„

3.	Tag	2.437	Gmm.
4.	„	1.359	„
5.	„	1.091	„

Es ist nun auch aus dieser Ausscheidung des in grösserer Menge im Körper angehäuften Salzes erklärlich, warum Barral und Kaupp bei wenig Kochsalz in der Nahrung ein Plus davon im Harn auffanden, und warum bei geringer Kochsalzzufuhr die Ausfuhr relativ grösser ist.

Hegar (a. a. O.) sagt, dass wenn mehr Kochsalz als gewöhnlich eingenommen wird, die Ausscheidung zwar sehr bald steigt, aber nachher wieder zur Norm zurückzukehren scheine; dies habe ich, wie aus meinen Tabellen ersichtlich ist, nicht bestätigen können. Kaupp bekam um so grössere Schwankungen im Kochsalzgehalt des Harns, je geringer der Salzgenuss war, da beim Menschen der Salzgehalt der Speisen nie so genau gleich gehalten werden kann. Während meiner jetzigen Untersuchung sah ich bei einer bestimmten Menge Salzeinfuhr nur äusserst geringe Schwankungen; um so auffallender ist das Ergebniss einer früheren in der Tabelle S. 41 niedergelegten Reihe, welche trotz der gleichmässigen Harnausscheidung sehr bedeutende Ungleichmässigkeiten im Kochsalzgehalte zeigt. Diese Reihe ist aber der beste Beweis für die Behauptung, dass der Körper nicht immer genau die gleiche Menge Kochsalz inne habe, sondern vielmehr eine gewisse Breite in der Aufnahmsfähigkeit desselben besitze. In den ersten Tagen werden statt 5—6 Gmm. Chlornatrium nur 0,9—2.1 Gmm. entleert, das Uebrige bleibt im Körper; plötzlich verlassen denselben am 7. bis 9. Tag 7.7—9.8 Gmm., dann erfolgt wieder ein Sinken auf 3.7—4.3 Gmm.; sobald sich also eine gewisse Menge Salz im Körper angehäuft hatte, wurde es hier mit einem Male in einer Art Krisis aus demselben ausgestossen.

Was die Ausscheidungsverhältnisse des Kochsalzes in den verschiedenen Tageszeiten betrifft, so giebt Hegar (a. a. O.) an, dass man Nachmittags, jedoch nicht unmittelbar nach dem Essen, die grösste Chlornatriummenge findet, ein allmähliges

Sinken in der Nacht, aber Morgens, auch wenn nichts genossen wird, nach und nach ein Steigen. Diess steht natürlich in Verbindung theils mit der während der Nacht geringeren Sauerstoffaufnahme, die einen geringern Stoffumsatz zur Folge hat, theils mit der am Tage erfolgenden Nahrungszufuhr, deren überschüssiges Kochsalz schnell entfernt wird. Ich habe in dem ersten Hefte meiner physiologisch-chemischen Untersuchungen S. 42 eine Beobachtungsreihe mitgetheilt, in der ich nach zwischen 12 und 1 Uhr aufgenommener reichlicher Mahlzeit 24 Stunden lang fastete und stündlich den in der Blase angesammelten Harn entleerte; ich habe dabei auch den Kochsalzgehalt bestimmt, das Resultat damals aber nicht verwerthet. Ich fand folgende stündliche Chlornatriummengen:

Zeit.	Kochsalz in Gmm.	Harnstoff in Gmm.
12. (Mittag)	0.38	1.17
1.	0.43	1.19
2.	0.41	1.71
3.	0.34	1.94
4.	0.38	2.19
5.	0.45	2.46
6.	0.44	2.85
7.	0.51	3.28
8.	0.31	2.66
9.	0.25	2.27
10.	0.23	2.15
11.	0.19	2.04
12. (Mitternacht)	0.20	2.46
1.	0.13	1.80
2.	0.13	1.80
3.	0.16	1.93
4.	0.16	2.03
5.	0.17	1.66
6.	0.17	1.66
7.	0.16	1.78
8.	0.20	1.56
9.	0.23	1.56

Zeit.	Kochsalz in Gmm.	Harnstoff in Gmm.
10.	0.26	1.58
11.	0.32	1.72
12. (Mittag)	0.32	1.54

Die Kochsalzmenge ist nach der Nahrungsaufnahme während 7 Stunden bis 8 Uhr Abends etwas vermehrt, dann fängt sie stetig an zu sinken bis 7 Uhr Früh, von wo ab sie sich wieder zur normalen Höhe während des Hungerns allmählig erhebt. Betrachtet man als Tagharn den von Mittag bis Abends 8 Uhr und den von 9 Uhr früh bis Mittag gelassenen Harn, den übrigen als Nachtharn, so sind in ersterem 4.40 Gmm. Kochsalz, in letzterem nur 2.15 Gmm. enthalten, wodurch sich die Angaben von Hegar bestätigen.

Ich fasse meine Beobachtungen über die Kochsalzausscheidung im Harn in folgenden Sätzen zusammen:

1) Die Kochsalzausscheidung ist im Ganzen proportional der Zufuhr, jedoch bleibt bei reichlicher Zufuhr im Körper mehr Kochsalz zurück als bei geringer.
2) Desshalb muss bei Steigerung der Zufuhr im Anfang weniger entleert werden als die Zufuhr beträgt und bei geringerer Zufuhr in der ersten Zeit ein Plus auftreten, so lange bis sich der Körper mit der eingeführten Menge Salz in's Gleichgewicht gesetzt hat.
3) Beachtet man dies, so findet man sämmtliches Kochsalz der Nahrung im Harn wieder auf.

Ich wende mich nun zu der zweiten Frage, die für den von uns verfolgten Zweck von grossem Belang ist; ruft das Kochsalz, in grösserer Menge zugeführt, Aenderungen in den Ernährungsverhältnissen und Zersetzungen hervor?

Der Hund erhielt in der ganzen Reihe von 49 Tagen täglich die gleiche Menge Fleisch, daher ich nicht entscheiden kann, ob der Appetit durch Kochsalzgenuss sich änderte, worauf manche Beobachtungen hindeuten. Nach den Angaben von Boussingault (Barral a. a. O. p. 430) konnten Stiere bei

bei gleichzeitigem Salzzusatz mehr Heu verzehren und mehr Fleisch produciren als ohne diesen Zusatz; das Gleiche geben Daurier und Dailly von Hämmeln an. Ersterer fand z. B.

	mit Salz.	ohne Salz.
Heu in Kilogr. in 13 Monaten	7.178	6.615
Fleisch producirt in Kilogr. auf 100 Kilogr. Heu	7.190	6.840

Ueber die Aufnahme von Wasser bei Salzgenuss ermittelte ich Folgendes. Vom 14. September bis zum 16. October durfte mein Hund nach Belieben Wasser saufen. Mit der Steigerung des Kochsalzzusatzes zum Fleisch nahm er im Allgemeinen, wie man aus der Tabelle (Rubrik V) ersicht, steigende Wassermengen zu sich. Wenn man aus den Tagen mit gleicher Kochsalzmenge das Mittel zieht, so erhält man beistehende Zahlen:

Menge der Kochsalzeinfuhr in Gmm.	Menge des gesoffenen Wassers in cub. cent.	
0	35	107
0	180	
5	149	232
5	316	
10	336	352
10	368	
20	665	

Die Stiere, welche Boussingault (a. a. O.) zu seinen Experimenten benützte, soffen im Mittel aus 117 Tagen bei Salzgenuss 54 Liter Wasser in 24 Stunden, ohne denselben nur 31 Liter; ähnliche Zahlen fanden Daurier, Dailly und Barral bei Hämmeln; ein Hammel nahm nach letzterem (a. a. O. p. 308) ohne Salz 1253 Gmm., mit Salz 1932 Gmm. Wasser zu sich.

Sehen wir nun weiter zu, wie sich die verschiedenen Ausscheidungen bei unserm Hund verhalten.

Die Menge des im Harn entfernten Wassers (Tabelle: Rubrik IX) ist eine sehr verschiedene. Wir haben bei unserer Untersuchung über die Ernährung angeführt, dass der Aschegehalt des Harnes bei einer bestimmten Nahrung in einem sich

gleichbleibenden Verhältniss zum dabei ausgeschiedenen Harnstoff steht und bei Fleischkost dies Verhältniss wie 1 : 6.5 gefunden. Aus der Harnstoffmenge wurde nun auch hier die Aschemenge bei 1500 Grmm. Fleisch allein berechnet, die gefundene Chlornatriummenge zu addirt und daraus die Menge der festen Theile und des Wassers im Harn bestimmt. Nimmt man wiederum das Mittel der Wassermengen im Harn bei der gleichen Kochsalzeinfuhr aus den Tagen vom 15. September bis 13. October, in denen dem Hunde die Wassereinnahme frei stand, so ergeben sich folgende Werthe:

Menge d. Kochsalzeinfuhr in Grmm.	Menge des gesoffenen Wassers.		Menge d. Wassers im Harn.		Differenz im Wasser d. Harns
0	35	107	898	935	
0	180		972		
					13
5	149	232	928	948	
5	316		968		
					94
10	336	352	1039	1042	
10	368		1046		
					242
20	665		1284		

Mit grösserer Salzzufuhr wird also bei freier Wasserzufuhr die Ausscheidung von Wasser durch den Harn eine entschieden grössere; die Steigerung ist nicht proportional der Menge des verzehrten Kochsalzes, sondern wächst in rascherem Verhältniss. Führt man 5 Grmm. Kochsalz ein, so findet man so gut wie keine Differenz in der Wassermenge gegenüber der bei 0 Kochsalz, bei 10 Grmm. Kochsalz haben wir schon einen Unterschied von 94 Grmm. Wasser, bei 20 Grmm. einen solchen von 242 Grmm. Wasser.

Es wird nun Jedermann sagen, dass diese vermehrte Wasserausfuhr im Harn einfach bedingt gewesen sei durch die grössere Einnahme von Wasser; man wird meinen, der Hund habe eben in Folge des Kochsalzes Durst bekommen, das eingeführte Wasser sei aber an und für sich überflüssig gewesen und würde desshalb aus dem Körper wieder entfernt. Ich glaubte dies im Anfange auch; um mich aber zu vergewissern, stellte ich eine Reihe von Versuchen an, in denen der Hund nichts zu saufen bekam. Nach obiger Annahme hätte das Resultat sein müssen,

dass er bei Kochsalzeinfuhr nicht mehr Wasser im Harn entleerte als sonst, dass er aber von Durst geplagt worden wäre. Dem war jedoch nicht so, wie die Tage vom 17. October bis 2. November auf der am Schlusse der Abhandlung angehängten Tabelle (Rubrik IX) zeigen. Stellt man die Mittelzahlen der im Harn entleerten Wassermengen bei gleicher Kochsalzeinfuhr zusammen, so zeigt sich:

Menge der Kochsalzeinfuhr in Grmm.	Menge des Wassers im Harn bei Wasserzufuhr.	Menge des Wassers im Harn ohne Wasserzufuhr.	Mittel.
0	935	828	881
5	948	898	923
10	1042	987	1014
20	1284	1124	1204

Es steigt auch hier wie früher trotz der fehlenden Wasseraufnahme mit der Salzzufuhr die im Harn ausgeschiedene Menge des Wassers; es wird zwar etwas weniger entleert als bei ungehinderter Wasseraufnahme, jedoch nicht viel. Die 1500 Grmm. Fleisch enthalten (bei 75.9%) 1138.5 Grmm. Wasser. Es tritt also bei 20 Grmm. Salz schon alles eingeführte Wasser im Harn auf, das in der Respiration verausgabte muss daher zum Theil vom Körper genommen und dieser concentrirter werden. Ich stelle die Mittel der bei gleicher Kochsalzzufuhr erhaltenen Zahlenresultate in folgender Tabelle übersichtlich zusammen:

Reihe.	Menge d. Kochsalzeinfuhr in Grmm.	Gesammtmenge des eingeführten Wassers.	Wasser im Harn.	Wasser in die Respiration vom Wasser der Nahrung u. des Körpers.	Gesammtmenge des ausgeführten Wassers.	Veränderung des Wassers im Körper.
I.	0	1318	898	364	1282	+ 36
II.	10	1474	1046	377	1439	+ 28
III.	5	1454	928	590	1538	— 84
IV.	20	1803	1284	515	1810	— 15
V.	10	1506	1039	444	1500	+ 6
VI.	5	1287	968	331	1315	— 28
VII.	0	1173	972	251	1237	— 64
VIII.	5	1138	898	217	1129	+ 9
IX.	10	1138	987	166	1165	— 29
X.	20	1138	1124	161	1303	— 165
XI.	0	1138	828	167	1015	+ 123

Aus I—VII ist ersichtlich, dass täglich kleine Schwankungen im Wassergehalt des Körpers stattfinden, je nach Bedürfniss giebt derselbe einmal Wasser her, ein ander Mal ab, ohne ein bestimmtes Gesetz einzuhalten. Auch die Wassermenge in den Respirationsprodukten ist ziemlichen Aenderungen unterworfen, die sich richten nach der Veränderung des Wassers am Körper, der gesoffenen und im Harn ausgegebenen Wassermenge. Nur die im Harn befindliche Quantität Wasser ist eine bestimmte und proportional der des aufgenommenen Kochsalzes.

Die Reihen VIII—XI, bei denen der Hund kein Wasser zu saufen erhielt, zeigen ebenfalls, wie schon erwähnt, eine mit der eingeführten Salzmenge steigende Menge Wasser im Harn, das durch die Lungen exhalirte Wasser wird immer geringer; da die Abnahme des letzteren eine gewisse Grenze hat, im Harn aber trotzdem mehr Wasser entleert wird, so muss zuletzt in der Reihe X das Wasser vom Körper herhalten. In der Reihe XI sinkt bei 0 Kochsalz die Wassermenge im Harn wieder sehr herab; da aber der Körper sein ihm entzogenes Wasser wieder nöthig hat, so wird die in den Lungen fortgehende Wassermenge noch auf ihrem Minimum erhalten, um Wasser an den Körper abgeben zu können. Das als Wasser in der Respiration bezeichnete begreift nur das in sich, was vom Wasser der Nahrung und des Körpers geliefert worden; dazu kommt nun noch das durch Oxydation des Wasserstoffs des Fleisches entstandene, welches immer nahezu gleich bleibt und täglich im Mittel 165 Gmm. beträgt. Die in 24 Stunden durch das Athmen entfernte Kohlenstoffmenge ist im Mittel 164 Gmm.

Wenn bei Kochsalzgenuss die Wasseraufnahme gehindert ist, so tritt dennoch eine mit der Kochsalzmenge steigende Menge Wassers im Urin auf. Diess Wasser wird zuerst dem sonst durch das Athmen ausgeschiedenen entzogen und wenn die Respiration keines mehr entbehren kann, selbst dem Körper, obgleich derselbe, wie wir aus der letzten Reihe sahen, Wasser braucht, da er alsbald nach Aufhören der Kochsalzdarreichung dasselbe wieder ansetzt. Es ist also sicher, dass das Auftreten

grösserer Mengen Wassers im Harn bei Ausfuhr grösserer Mengen Salz eine Nothwendigkeit und nicht eine Zufälligkeit ist, sonst würde dasselbe nicht von den Athemprodukten und dem Körper genommen. Das Wasser kann, wie es scheint, zur Abscheidung des Kochsalzes aus dem Körper unmöglich entbehrt werden und wenn es nicht vorhanden wäre, müsste das Salz zurückbleiben. Damit der Uebertritt des Salzes vom Blute aus in den Harn erfolge, gehört eine gewisse Verdünnung der austretenden Flüssigkeit dazu, denn während ohne Kochsalzgenuss 935 Grmm. Wasser im Harn sich finden, werden bei Gegenwart von 20 Grmm. Kochsalz im Harn 1284 Grmm. Wasser, also 350 Grmm. mehr entfernt, obwohl der erstere Harn mit Leichtigkeit 20 und 100 Grmm. Kochsalz zu lösen vermag. Die vermehrte Wasseraufnahme ist nicht, wie man gewöhnlich meint, die Ursache der grösseren Harnentleerung, die Sache verhält sich vielmehr gerade umgekehrt; weil das Kochsalz Wasser bei seiner Exosmose aus dem Körper ausführt, bekommt man Durst und muss trinken um diess Wasser wieder zu ersetzen. Der Zucker hat zu seinem Austritt aus dem Blute in die Niere ebenfalls viel Wasser nöthig, daher wird bei der Zuckerharnruhr so viel Wasser entleert und secundär so viel getrunken.

Man hat bis jetzt noch nicht mit aller Sicherheit experimentell nachgewiesen, ob nach Einnahme gewisser Substanzen unter sonst gleichen Umständen mehr Wasser entleert als aufgenommen wird, d. h. ob es wirklich Diuretica in therapeutischem Sinne gäbe. Zum sicheren Entscheid musste man wie in unserem Versuche immer die nämliche Menge Nahrung mit der gleichen bekannten Wassermenge geben, von letzterer aber nur so viel, dass sie für die Ausscheidung des zu reichenden Diureticums ungenügend ist; findet man dann bei Genuss irgend einer Substanz mehr Wasser in den Exkreten als in der Nahrung Wasser enthalten war, so ist man berechtigt eine diuretische Wirkung der Substanz anzunehmen. Das Kochsalz ist nach meinen Erfahrungen ein solches harnvermehrendes Mittel; in unserm Fall nimmt es das Wasser zuerst von der

Respiration und dann vom Körper in Beschlag, so dass in letzterem Falle eine die Aufnahme übertreffende Wasserausscheidung stattfindet. Wenn irgendwo ein Exsudat angesammelt gewesen wäre, würde diesem wohl ebenfalls Wasser entzogen worden sein. Damit hat man aber noch nicht den Grund, der das Exsudat setzte, gehoben, dieser wirkt nach wie vor fort und das Exsudat wird sich bald wieder ersetzt haben; ist die Ursache gehoben, so verschwindet ohne Diureticum das Exsudat. Ein Diureticum ist daher immer nur ein Palliativmittel.

Das Kochsalz ist ein Diureticum, weil zu seiner Ausscheidung ein gewisser Grad der Verdünnung der ausgeschiedenen Flüssigkeit nothwendig ist. Es giebt demnach eine grosse Menge diuretischer Mittel, denn die meisten Salze, Zucker etc. verhalten sich beim Uebertritt in den Harn aus physikalischen Ursachen ähnlich wie das Kochsalz. Wasser ist daher in therapeutischem Sinne kein Diureticum, obwohl nach seiner Aufnahme mehr Harn entleert wird, da die entleerte Menge Flüssigkeit nicht die aufgenommene übertrifft. Man könnte experimentell entscheiden, welcher Stoff aus dieser Classe von Körpern als Diureticum angewendet werden müsse; offenbar der, welcher am meisten Wasser braucht, um aus dem Körper entfernt zu werden, dabei aber am besten ertragen wird. Man könnte vielleicht schon jetzt das endosmotische Aequivalent als Anhaltspunkt benützen; Zucker hat ein grösseres als Kochsalz, Glaubersalz ein grösseres als Zucker. Körper mit höherem endosmotischen Aequivalent haben wahrscheinlich mehr Wasser nöthig, um in den Harn überzugehen.

Es versteht sich nun nach diesen Auseinandersetzungen von selbst, dass die Diurese ausbleibt, wenn das ohne Salzzusatz entleerte Wasser seiner Menge nach hinreicht das Salz mit auszuscheiden. Man muss daher sehr darauf bedacht sein, zu einem Diureticum eine für dessen Entfernung aus dem Körper unzulängliche Quantität Flüssigkeit in Speisen und Getränken verabreichen zu lassen, sonst wird das Wasser von diesen und nicht vom Körper genommen, während man letzteres doch therapeutisch zu erreichen sucht.

Hierher gehören die meinen Angaben widersprechenden Beobachtungen von Kaupp und Falck, nach denen eine Steigerung der Kochsalzzufuhr eher von einer Minderung des Harnvolumens begleitet war. Kaupp (a. a. O.) hatte bei

33.6	Kochsalz	der	Nahrung	2310	Gmm.	Wasser	im	Harn
28.7	„	„	„	2278	„	„	„	„
23.9	„	„	„	2285	„	„	„	„
19.0	„	„	„	2455	„	„	„	„
14.2	„	„	„	2057	„	„	„	„
9.3	„	„	„	2534	„	„	„	„
1.5	„	„	„	2162	„	„	„	„

Falck (Handbuch der Arzneimittellehre Bd. I 1850. S. 129) nahm täglich 1000 Gmm. Brod und 1500 Gmm. Wasser zu sich und entleerte bei

15	Salz	in	der	Nahrung	996	Gmm.	Wasser	im	Harn
15	„	„	„	„	1101	„	„	„	„
0	„	„	„	„	1271	„	„	„	„

Diese beiden Beobachtungen zeigen, dass die unter gewöhnlichen Umständen entleerten Harnmengen für sich schon gross genug waren, um bei einem Zusatz von Kochsalz dies aus dem Blute ausspülen zu können. Kaupp hat in der That nach seiner Angabe täglich eine grosse Flüssigkeitsmenge zu sich genommen, zum Theil um das Salz dem Körper zuzuführen, zum Theil um den Durst bei den heissen Tagen zu löschen. Darum fand er auch bei stärkerer Salzzufuhr keine Vermehrung, ja eher eine Minderung des Harnvolumens. Er konnte jedoch eine Zunahme desselben nachweisen, wenn bei gleicher Salzzufuhr aus inneren Gründen die Kochsalzausscheidung wuchs; in diesem Falle bedingte eine Vermehrung des Salzes im Harn um 1.5 Gmm. ein Plus von Wasser in demselben um 257 cub. cent.

Barral (a. a. O. p. 439) kam in Betreff dieses Punktes zu den gleichen Resultaten wie ich. Die von ihm beobachteten Hämmel hatten mehr Wasser im Harn bei mehr Kochsalz und zwar nicht nur absolut, sondern auch relativ im Verhältniss zur aufgenommenen Quantität Flüssigkeit; das dabei durch

das Athmen fortgehende Wasser wurde gleichfalls absolut und relativ geringer.

Salz.	Verhältniss des Wassers der Nahrung zu dem des Harns.	Verhältniss des Wassers der Nahrung zu dem im Athem.
13.37	0.422	0.313
9.96	0.378	0.388
1.61	0.261	0.446

Es bleibt uns nunmehr zuletzt, um einen völligen Ueberblick über die Wirkung des Salzes zu gewinnen, noch zu untersuchen, wie sich die Zersetzungen der stickstoffhaltigen Theile bei Kochsalzgenuss gestalten.

Es sind hierüber schon eine Anzahl von Beobachtungen gemacht worden. Boussingault (Annal. de Chim. et de Physiq. 3 Sér. T. 19. p. 117; T. 20. p. 113; T. 22. p. 116) stellte wohl die ausgedehntesten Versuche über den Einfluss des Kochsalzes auf das Wachsthum von Wiederkäuern an; drei Rinder erhielten während 13 Monaten täglich 34 Grmm. Kochsalz zu ihrem Futter zugesetzt, drei nicht. Beistehende Tabelle lässt die Folgen auf die Zunahme der Thiere ersehen.

	Gewicht in Kilogramm.					
	1. Oct.	13. Nov.	11. März.	31. Juli.	1. Oct.	31. Oct.
I. Die drei Thiere mit Salz	434	480	618	813	873	950
II. Die drei Thiere ohne Salz	407	452	590	724	762	855

Die ersteren hatten um 516 Kilogramm zugenommen, die letzteren um 452; aus 100 Kilogramm Futter producirte das Loos I 7.19 Kilogramm und Loos II 6.83 Kilogramm Körpermasse, was so wenig Unterschied ist, dass Boussingault das Salz von keinem Einfluss auf die Gewichtszunahme der Thiere sein lässt. Derselbe konnte weiter keine Aenderung im Fleisch-, Fett- und Milchertrag, also der Stoffwechselvorgänge durch Salzgenuss wahrnehmen, während das Salz für das Ansehen und die Beschaffenheit der Thiere entschieden eine günstige Wirkung zeigte.

Barral (a. a. O. p. 397) will dem Salz die Mästung befördernde Eigenschaften zuschreiben; er stellt eine Reihe von

meist an Hämmeln gemachten Versuchen anderer Autoren zusammen, die alle bei gleichem Futter ein Plus der Zunahme für die mit Salz gefütterten Thiere ergaben. Ist diess der Fall, so ist damit offenbar ausgesagt entweder, dass der Stoffwechsel mit Salz ein geringerer war und mehr Stoffe angesetzt, weniger ausgeschieden wurden, oder dass die Resorption im Darm grösser wurde und weniger Koth sich bildete. Nun fand Barral (a. a. O. p. 439) bei einem Hammel nach Kochsalzgenuss im Harn mehr organische Theile mit mehr Harnstoff und zwar nicht nur absolut, sondern auch relativ im Verhältniss zu den festen Theilen der Nahrung.

Salz.	organ. Theile der Nahrung.	organ. Theile im Harn.	Harnstoff.	Verhältniss der organ. Theile der Nahrung zu denen im Harn.
13.37	620.94	23.23	9.42	0.037
9.96	809.75	20.41	6.03	0.025
1.61	761.81	17.09	2.84	0.022

Da aber nach den Angaben Barral's durch das Salz die Proportion zwischen festen Theilen der Nahrung und der im Koth entleerten festen Theile, sowie der durch die Respiration entfernten Kohlensäure nicht geändert wurde, so muss nothwendiger Weise bei mehr festen organischen Theilen und Harnstoff im Harn und gleicher Quantität Nahrung während dem Kochsalzzusatz die organische Substanz am Körper des Hammels abgenommen haben. Es ist daher entweder die Behauptung Barral's vom Einfluss des Salzes auf das Wachsthum oder die von einer Vermehrung des Harnstoffs bei gleicher Nahrung unrichtig.

Th. Bischoff beobachtete später bei einem Hunde (der Harnstoff als Maass etc. S. 111), dass ein Kochsalzzusatz zur Nahrung die Harnstoffmenge vermehre; er leitete diese Vermehrung damals von einem verstärkten Umsatz ab, zudem das Thier an Gewicht abnahm. Bei einer zweiten Untersuchungsreihe (Annalen etc. a. a. O.) fand sich nach Kochsalzgenuss zwar abermals eine Vermehrung des Harnstoffes um 6 Grmm. täglich; Bischoff war hier jedoch geneigt, diese nicht mit einem vermehrten Umsatz der stickstoffhaltigen Theile in Beziehung zu setzen, sondern anzunehmen, dass das von ihm stets beobachtete

Deficit an Harnstoff kleiner werde. Sonst fehlten nämlich bei demselben Hund bei 1 Pfund Fleischnahrung 7.6 Gmm. Stickstoff im Harn, während des Kochsalzzusatzes nur 1.8 Gmm. Der Grund hiefür schien ihm in der durch das Kochsalz bedingten vermehrten Wasseraufnahme und der schnelleren Entfernung des Harnstoffes, der dann weniger Zeit zur Zersetzung habe, zu liegen; denn ohne Kochsalz entleerte der Hund nach 1 Pfd. Fleisch 259 Gmm. Harn, mit demselben 564 Gmm. Nach dieser letzteren Auffassung würde also das Salz den Umsatz nicht vermehren.

Kaupp (a. a. O.) berücksichtigte ebenfalls die Harnstoffquantitäten nach Aufnahme von Kochsalz. Er entleerte im Tag:

Aufgenommenes Kochsalz in Gmm.	Mittlere Harnstoffmenge in Gmm.
33.6	35.798
28.7	35.967
23.9	34.196
19.0	33.045
14.2	34.309
9.3	34.278
1.5	33.947

Er berechnete daraus, dass auf 1 Gmm. Kochsalz 0.041 Gmm. Harnstoff mehr ausgeschieden werde. Die Zahlen, aus denen Kaupp diese Mittel zieht, bieten ziemliche Schwankungen dar, die er nicht zu erklären vermag; dennoch sind die Mittel sehr wenig von einander abweichend. Nach meinen Auseinandersetzungen ist man beim Menschen noch nicht im Stande anzugeben, ob in diesem Falle das Kochsalz die Ursache der kleinen Differenzen war. Es ist zuerst für den Menschen nachzuweisen, dass kein Deficit von Stickstoff existirt, sonst könnte die von Bischoff in seiner zweiten Schrift gemachte Erklärung auch für Kaupp's Angaben geltend gemacht werden; es ist ferner kaum möglich die Speisen des Menschen im Stickstoffgehalt so gleich zu halten, um mittlere Schwankungen von 1—2 Gmm. Harnstoff auszuschliessen.

Will man die Aufgabe über den Einfluss von Salz auf die Zersetzungsvorgänge im Körper zu lösen versuchen, so kann nur der von mir eingeschlagene Weg zum Ziele führen, den ich am Anfange dieser Abhandlung beschrieben. Wegen des störenden Einflusses des Kochsalzes ist vor der Harnstoffbestimmung stets das Chlor durch Silber ausgefällt worden; dieser Einfluss fängt jedoch erst bei 20 Gmm. oder 1 - 1.5 % Salz im Harn an von Bedeutung zu werden, gar nicht zu erkennen ist er im Hundeharn nach Fütterung mit Fleisch allein oder mit Fleisch und Zucker oder Fett, also bei 0.6 — 1 % Kochsalz, wie beistehende Tabelle lehrt.

Eingenommenes Kochsalz in Gmm.	% Gehalt des Harns an Kochsalz.	Quecksilberlösung in cub. cent.	
		vor dem Fällen des Chlors.	nach dem Fällen des Chlors.
5	0.58	54.5	54.5
10	0.88	46.0	46.0
10	0.91	48.0	48.0
10	0.92	51.3	51.3
10	0.93	50.5	50.3
10	0.98	49.5	49.0
10	1.02	49.5	49.5
20	1.33	43.3	41.8
20	1.59	49.0	46.0
20	1.66	48.9	47.1
20	1.73	50.5	48.3
20	1.73	49.5	47.5

Betrachten wir auf der Haupttabelle Rubrik X die erhaltenen Harnstoffmengen, die uns auf den Umsatz der stickstoffhaltigen Gebilde einen Rückschluss erlauben. Von vorn herein ist ersichtlich, dass die Unterschiede bei ungleichen Salzmengen nicht bedeutende sein können, denn bei 0 bis 20 Gmm. Salzeinfuhr schwankt der Harnstoff nur zwischen 102—115 Gmm. Ich stelle hier vorerst die mittleren Harnstoffzahlen der einzelnen Reihen mit der gleichen Quantität eingenommenen Kochsalzes zusammen.

Reihe.	Eingenommenes Kochsalz in Gmm.	Harnstoff im Mittel in Gmm.	
I.	0	108.4	(106.5—109.9)
II.	10	108.9	(107.2—111.3)
III.	5	110.4	(108.0—112.4)
IV.	20	112.6	(110.3—114.4)
V.	10	110.4	(107.3—112.2)
VI.	5	107.9	(103.3—110.3)
VII.	0	108.1	(105.0—110.9)
VIII.	5	110.0	(103.3—114.7)
IX.	10	112.2	(108.6—114.0)
X.	20	113.0	(109.8—115.7)
XI.	0	106.6	(102.4—109.9)

Aus den einzelnen Reihen mit gleicher Salzeinfuhr berechnen sich nun folgende Mittelwerthe:

Eingenommenes Kochsalz.	Harnstoffmenge			
	bei Wassereinnahme.		ohne Wassereinnahme.	Gesammtmittel.
0	108.4 108.1	108.2	106.6	107.4
5	110.4 107.9	109.1	110.0	109.5
10	108.9 110.4	109.6	112.2	110.9
20	112.6		113.0	112.8

Mit der steigenden Kochsalzmenge steigt offenbar die Menge des Harnstoffs, d. h. die Umsetzung der stickstoffhaltigen Gebilde ist eine vermehrte. Während bei Entziehung von Kochsalz oder kleinen Mengen desselben der Hund mit 1500 Gmm. Fleisch (= 51 Gmm. Stickstoff = 109.5 Gmm. Harnstoff) eben seinen ganzen Umsatz deckte, musste er bei grösseren Kochsalzmengen noch Fleisch von seinem Körper abgeben. Weil er am Ende des Versuches an Fleisch ärmer war als am Anfang, fiel

zuletzt bei 0 Kochsalz die mittlere tägliche Harnstoffmenge von 108.4 Gmm. auf 106.6 Gmm. und nahm er, nachdem bei Kochsalzgenuss sein Gewicht stetig abgenommen, ohne denselben trotz der stets gleichen Fleischnahrung an Fleisch zu. Die Vermehrung des Harnstoffes durch Salz ist jedoch keine bedeutende und beträgt bei dem grossen Umsatz von 1500 Gmm. Fleisch etwa 5 Gmm. Harnstoff (bei 20 Gmm. Kochsalz), oder 75 Gmm. Fleisch d. i. 4.7 % des Umsatzes.

Nachdem einmal das Factum des vermehrten Stoffumsatzes durch Kochsalz sicher gestellt ist, bleibt zu untersuchen, was die Ursache desselben sei. Kaupp weiss nicht, warum der Harnstoff nach Kochsalzgenuss sich vermehrt zeigte; er denkt an eine Verminderung der Harnsäure oder ein Sinken des Körpergewichts. Auch Bischoff ist nicht zu entscheidendem Entschluss gekommen. Nach meinen Versuchen wird man natürlich gleich auf die durch das Kochsalz vermehrte Wasseraufnahme aufmerksam, und erinnert sich an die Angaben einiger Autoren, nach denen eine Vermehrung des Harnstoffes bei Genuss von viel Wasser eintreten solle.

Bischoff (a. a. O. S. 20) fand die Menge des täglich ausgeschiedenen Harnstoffes beim Menschen und beim Hund mit der Wassermenge des Harns steigend. Diess kommt daher, dass auch der Harnstoff zu seiner Ausscheidung aus dem Blute eine gewisse Verdünnung der Flüssigkeit voraussetzt, wie das Kochsalz oder der Zucker; desshalb sahen wir auch in unseren Untersuchungen den Harn bei grösserem Harnstoffgehalt nicht concentrirter werden, sondern entsprechend mehr Wasser enthalten. Becker trank 10.85 Liter Wasser, worauf er am selben Tage viel mehr Harnstoff im Harn fand; erst nach 72 Stunden trat die normale Menge wieder ein. E. A Genth (Unters. über den Einfluss des Wassertrinkens auf den Stoffwechsel, Wiesbaden, 1856) nahm bei gleicher Kost verschiedene Quantitäten Wasser zu sich und entleerte dabei grössere Harnstoffmengen. Ich füge hiemit die von ihm aus den verschiedenen Versuchen erhaltenen Mittelzahlen bei:

	Mittlere Harnstoffmenge in Gmm.	Wasser im Harn in Gmm.
I. Normalkost	44.6	1260
II. Normalkost	40.2	1187
III. „ mit 2⅔ stündiger Bewegung	45.0	1189
IV. 2000 Wasser	46.6	3179
V. 2000 Wasser während des Essens	50.1	3101
VI. 4000 Wasser ohne Bewegung	54.3	5435
VII. 4000 Wasser mit Bewegung (Uebelbefinden)	52.1	5003
VIII. 1000 Wasser	46.4	2255
IX. Gewöhnliche Kost, 1000 Wasser	39.5	1567

Ich selbst habe keine ausgedehnten Versuche über den Einfluss des Wassers auf den Stoffwechsel bei Hunden anstellen können, da Thiere nicht leicht zu vermögen sind beliebige Quantitäten Wassers zu sich zu nehmen. Ich kann nur ein einziges Experiment anführen. Der von mir zu den spätern Versuchen mit Kaffee benützte Hund hatte nach gemischter Kost im Mittel aus vier Hungertagen 15.6 Gmm. (max. 18.9 Gmm.) Harnstoff täglich ausgeschieden; ein ander Mal im Mittel aus zwei Hungertagen 15.1 Gmm. Ein drittes Mal hatte er nach neuntägiger Fütterung mit 1200 Gmm. Fleisch, die ihn damals eben auf dem Gewicht erhielten, während 7 Tagen in allmählich absteigenden Quantitäten 600—200 Gmm. Fleisch täglich gefressen, wobei er natürlich immer Fleisch von seinem Körper noch abgab; Wasser hatte er in der ganzen Zeit während 15 Tagen keines zum Saufen bekommen. Darauf wurde folgende 4tägige Reihe angestellt:

Fleischnahrung in Gmm.	Wasser gesoffen in cub. cent.	Harnmenge in Gmm.	Harnstoff in Gmm.	Veränderung des Körpergewichts.
200	0	256	28.3	— 280
0	0	177	16.7	— 385
230	0	250	28.0	— 210
0	1957	742	21.3	+ 880

Bei 200 und 230 Gmm. Fleisch gab der Hund abermals Fleisch von seinem Körper her; beim Hungern betrug die Harnstoffmenge wie die frühern Male 16.7 Gmm. Am zweiten Hungertage wurde ihm nun Wasser vorgesetzt, das er mit grosser Gier in ziemlicher Menge soff. Was waren die Folgen davon? Erstens eine starke Vermehrung der Harnmenge, aber auch eine Vermehrung der Harnstoffmenge um etwa 4 Gmm. gegenüber dem ersten Hungertag; der Körper war ferner während der vorhergehenden Tage immer leichter geworden, diesmal aber nahm er trotz des Hungers um 880 Gmm. zu, er musste also eine sehr grosse Quantität Wassers angesetzt haben, was durch die während längerer Zeit (18 Tage) stattfindende Wasserabgabe zu erklären ist.

Eine stärkere Wasseraufnahme vermehrt aus irgend welchem Grund den Stoffwechsel. Eine genügende Erklärung der Thatsache hat man bis jetzt nicht zu geben vermocht; Bischoff (a. a. O.) ist zweifelhaft darüber, ob das Wasser nur den Harnstoff aus den Geweben völlig auslauge oder ob es nicht vielleicht an der Bildung des Harnstoffs betheiligt sei. Ersteres kann für den von mir untersuchten Hund, der stets allen Stickstoff im Harn entfernt, nicht in Betracht kommen. Wir müssen daher nach einer Ursache suchen, die mehr Harnstoff als sonst bildet.

Wir sahen den Umsatz im Körper abhängig von der Qualität und Quantität der Bestandtheile des Körpers und der Parenchymflüssigkeit, und denselben entstehen bei dem Zusammentreffen der beiden; jede Ursache, die den Strom der letztern durch die Organe verstärkt, vermehrt die Zersetzung durch den Sauerstoff. Fleischnahrung vergrössert die Menge der Parenchymflüssigkeit sowohl an Eiweiss als auch an Wasser; weil mehr Eiweiss durchs Organ geführt wird, wird mehr verbrannt. Aber auch wenn man kein Eiweiss einführt, sondern nur die Strömung der vorhandenen Parenchymflüssigkeit durch die Organe stärker macht, dadurch mehr Parenchymflüssigkeit oder dasselbe Theilchen öfters vorüberführt, muss nothwendiger Weise eine grössere Menge Eiweiss verbrennen. Das eingenommene Wasser bewirkt daher durch Vermehrung der Saftströmung einen grössern Stoffwechsel, aber nur wenn es durch

die Organe sich bewegt. Selbst das überschüssig gesoffene Wasser wird nämlich nicht sogleich vollständig aus dem Blute wieder ausgeschieden, es läuft durch den Körper hindurch, und frägt Zelle für Zelle, ob sie nicht Wasser nöthig habe, denn wir sehen die Sekretionen z. B. die Gallenabsonderung nach Wassergenuss reichlicher werden. Der sogenannte intermediäre Wasserkreislauf, der so grosse Mengen Flüssigkeit durch den Körper führt, wird bei Aufnahme von Wasser grösser, und erst das für die Organe überflüssige Wasser wird durch die Nieren wieder entfernt. Bei dem eben angeführten Versuch sehen wir daher vom Körper eine grosse Menge Wasser zurückgehalten, und sein Gewicht dadurch vermehrt werden, der Rest tritt im Harn auf. Die Eiweisszersetzung ist unter sonst gleichen Umständen abhängig von der Quantität des durch die Gewebe bewegten Eiweisses; das Wasser befördert die Strömung der Parenchymflüssigkeit, also muss es einen stärkeren Umsatz hervorvorrufen und die Harnstoffmenge vergrössern.

Da der Hund bei Salzaufnahme viel mehr Wasser zu sich nahm als sonst, so könnte man von letzterm die grössere Harnstoffmenge bei Salzgenuss ableiten. Es zeigte sich jedoch gleich reichlichere Harnstoffabscheidung, wenn zum Salz auch kein Wasser gereicht wurde; es konnte also die vermehrte Aufnahme von Wasser unmöglich der Grund davon sein. Der Versuch lehrte aber ferner, dass auch ohne Wasserzufuhr bei Kochsalzgenuss ebensoviel Wasser durch die Nieren sich aussonderte wie bei reichlicher Wasserzufuhr, indem Wasser vom Körper weggenommen wurde. Dies Faktum bringt uns der Erklärung näher.

Eine durch eine Membran verschlossene Röhre, in die man eine Kochsalzlösung giebt, empfängt beim Eintauchen in Wasser die Eigenschaft einer Pumpe, sie saugt Wasser an. Wie ausserhalb des Körpers verhält sich das Salz innerhalb desselben; es ist durch seine Eigenschaft als Pumpe zu wirken ein Hauptfaktor für die Bewegung der Flüssigkeitsmassen im Körper, und darin besteht die nützliche Wirkung des Salzes. In einem lebenden leistenden Organismus müssen beständig Säfteströmungen sein, die durch Salz lebhafter werden

und ohne das sie stocken wie in einem Sumpf. Die Strömung im Organismus muss durch das Salz stärker werden, ob Wasser dabei gesoffen wird oder nicht; desshalb bleibt in beiden Fällen der Stoffumsatz bei Kochsalzgenuss gleich verstärkt. Daher kann auch die gesoffene Wassermenge nie der Ausdruck für die im Körper herumgeführte sein, und die Harnstoffquantität sich nicht proportional der erstern vermehrt zeigen. Auch das durch die Lungen ausgeschiedene Wasser ist den innern Säftebewegungen nicht in Verhältniss zu setzen, nur das im Harn entfernte steht damit in gewisser Beziehung, wenigstens werden alle Stoffe, welche vermöge ihrer physikalischen Eigenschaften die endosmotischen Ströme verstärken, zu ihrer endlichen Ausscheidung aus dem Körper Wasser nöthig haben. Eiweiss verstärkt den Säftekreislauf; der durch die Oxydation dabei entstandene Harnstoff braucht nothwendig Wasser für den Uebergang in den Harn, und zwar proportional seiner Menge, die wieder proportional ist der Quantität des zersetzten Eiweisses; das Kochsalz verhält sich ebenso, es zieht Flüssigkeit an und macht so die Strömungen im Organismus rascher, braucht aber ganz proportional mehr Wasser zu seiner Ausscheidung in den Nieren. Aus der Tabelle Seite 46 ist ersichtlich, wie die Salzausscheidung gleichen Schritt hält mit der des Harnstoffs. Wenn die Säfte durch die Organe gehen, zersetzt sich Eiweiss und bildet sich der Harnstoff; da nun Harnstoff und Salz sich mit einander vermehren und vermindern, so muss das Salz an der Strömung mit Antheil genommen haben, und nicht aus dem Blute gleich in die Nieren übergegangen sein.

Wenn nicht überflüssig Wasser eingenommen wird, kann man also aus der Menge des Wassers im Harn einen Schluss auf die Umsetzung und damit auf die Säftebewegung sich erlauben. Ein Hund, der mit Fleisch sich annährend auf seinem Bestand erhält, sauft dazu kein oder nur wenig Wasser, da das im Fleisch Befindliche für die Respiration und die Ausscheidung des Harnstoffs hinreicht; enthält dann der Harn mehr Harnstoff, so wird er nur selten concentrirter, sondern die Menge wird grösser, eben weil das Wasser zur Ausscheidung des Harnstoffs nöthig ist.

Bei meinen Kochsalzversuchen, bei denen eine überflüssige Wassereinnahme nicht wahrscheinlich ist, wird man also aus einer Vermehrung des Wassers im Harn auf eine vermehrte Säfteströmung und daraus auf einen vermehrten Stoffumsatz Rückschlüsse machen können, mit Sicherheit aber bei den zuletzt angestellten Reihen ohne Wasseraufnahme. Die Harnstoffmenge muss dann mit den im Harn ausgeschiedenen Mengen Wassers wachsen.

Ich fand in dieser Beziehung folgende obige Sätze bestätigende mittlere Zahlen.

	Eingenommenes Salz in Gmm.	Wasser im Harn in Gmm.		Harnstoff in Gmm.		Differenz des Wassers im Harn in Gmm.	Differenz des Harnstoffs in Gmm.
Ohne Wasseraufnahme.	0	898 972	935	108.4 108.1	108.2	—	—
	5	928 968	948	110.4 107.9	109.1	13	0.9
	10	1046 1039	1042	108.9 110.4	109.6	107	1.4
	20	1284		112.6		349	4.4
Mit Wasseraufnahme.	0	828		106.6		—	—
	5	898		110.0		70	3.4
	10	987		112.2		159	5.6
	20	1124		113.0		296	6.4
Gesammtmittel.	0	881		107.4		—	—
	5	923		109.5		42	2.1
	10	1014		110.9		133	3.5
	20	1204		112.8		323	5.4

Man kann die Wirkung des Kochsalzes auf die Stoffwechselvorgänge kurz ausdrücken, wenn man sagt:

1) Das Kochsalz macht vermöge seiner physikalischen Eigenschaften die Saftströmung im Organismus stärker, vermehrt so die Oxydation des Eiweisses und dadurch die Harnstoffmenge.

2) Um das Salz aus dem Körper in den Harn abzuscheiden, ist Wasser nöthig; dies Wasser geht in den Harn über

und wird von dem sonst durch die Lungen ausgeschiedenen, und, wenn dies nicht reicht, von den Organen genommen; somit ist das Kochsalz ein harntreibendes Mittel.

Damit haben wir in der That im Kochsalz ein neues Moment kennen gelernt, das auf den Umsatz im Organismus influirt, nämlich ihn befördert, dies aber nur dadurch, dass es einen der früher schon aufgestellten Faktoren, den Durchgang des Plasmas durch das Organ, zu lebendiger Thätigkeit anspornt. Eine Hauptbedingung zum Zustandekommen der aus dem Zusammenwirken der Stoffe hervorgehenden Erscheinungen des Lebens ist die fortwährende Strömung von Parenchymflüssigkeit durch die Gewebe; hört sie auf, so ist das Leben vernichtet. Diese Strömung kommt durch die Molekularanziehung der einzelnen Theilchen zu Stande und wird bei gleichzeitiger Salzgegenwart, wie wir es ausserhalb des Körpers bei endosmotischen Versuchen mit Eiweiss und Wasser nachahmen können, verstärkt. Es ist die Bedeutung des Salzes im Körper, die Strömung in ihrer richtigen Intensität zu ermöglichen, mehr Salz macht raschere Strömung und stärkere Eiweissoxydation.

Diese Beobachtungen bestätigen und ergänzen auf's Schönste unsere frühern; nicht nur die Gegenwart von Organ und Plasma bewirkt die Zersetzung und die daraus hervorgehenden Leistungen des Körpers, sondern das durch das Organ strömende Plasma. Es ist uns durch dieselben die Bedeutung der Säfteströmung für das Leben klarer geworden und wir sind der Ableitung des letztern aus den gegebenen chemischen und physikalischen Bedingungen um einen Schritt näher gerückt.

II.

Untersuchung über die Wirkung des Kaffee's auf den thierischen Organismus.

Nachdem die Vorgänge des Stoffwechsels unter dem Einflusse der verschiedensten Nahrungsmittel organischer Natur und nun auch des Kochsalzes eruirt waren, blieb zu ähnlichen Untersuchungen noch eine Reihe anderer Stoffe übrig, die man für gewöhnlich nicht als Nahrungsmittel, sondern als Genussmittel bezeichnet. Diese üben, wie sich von selbst versteht, irgend eine Wirkung auf den Körper aus, sonst würden sicherlich nicht so ungeheure Summen zur Verschaffung derselben ausgegeben werden. Welcher Art ist aber diese Wirkung?

Man glaubt jetzt beinahe allgemein, dass Kaffee, Thee, Tabak etc. den Stoffumsatz im Körper zu vermindern im Stande sind und sie dieses Erfolgs halber genossen werden. Eine sichere Feststellung der Thatsache wäre natürlich nicht nur nationalökonomisch von Wichtigkeit, sondern auch von grosser Bedeutung für die Physiologie. Würden obige Stoffe die Zersetzungen beschränken, so wären die Nerven, auf die sie doch zunächst wirken, im Stande direkt in die Vorgänge der Stoffmetamorphose einzugreifen, und wir hätten in den veränderten Nervenzuständen einen auch die chemischen Prozesse im Körper modificirenden Faktor gefunden.

Man musste nun vor Allem zuerst die Richtigkeit der Aussage von einer Verminderung des Stoffwechsels in Folge der erwähnten Genussmittel prüfen; denn nachdem Prof. Bischoff und ich gefunden, mit welchen groben Fehlern die meisten hierher gehörigen Untersuchungen behaftet sind und in welchen Irrthümern man bisher bei Ziehung von Schlüssen aus der Grösse der Harnstoffausscheidung befangen war, wurde eine erneute mit Berücksichtigung aller hier nöthigen Erfordernisse ausgeführte Anstellung der Experimente unumgänglich nothwendig.

Ich habe mir von diesen Stoffen den Kaffee zur Prüfung ausgewählt, da er Hunden am leichtesten beizubringen war. Ich richtete einen gesunden ausgewachsenen Hofhund von einem Gewicht von 27—30 Kilogramm ebenso wie den bisher zu unsern Untersuchungen benützten grössern und lebhafteren Hund so ab, dass er zu bestimmten Tageszeiten an einem bestimmten Orte allen Harn in ein untergehaltenes Glas liess; so war es abermals möglich gemacht den Stickstoffumsatz auf das Genaueste zu bestimmen. Das Thier befand sich gleichfalls in einem geräumigen Käfige, der in einem so viel als möglich auf gleicher Temperatur erhaltenen Zimmer stand; der Gang und die Vorsichtsmassregeln bei der Untersuchung blieben dieselben wie früher. Um 8 Uhr früh wurde der Hund nach der Entleerung der Blase gewogen, dann ihm die Nahrung hingestellt, die spätestens bis Mittag verzehrt war; um 11 Uhr Vormittags und gegen Abend wurde er zum Harnlassen herausgeführt, die übrige Zeit befand er sich immer im Käfig unter möglichst gleichförmigen äusseren Verhältnissen. Oefters liess er vor dem Wägen um 8 Uhr am Beginn eines neuen Tages wenig oder keinen Harn, dann erschien am folgenden Tag mehr, auf was ich später nochmals aufmerksam machen werde.

Die Harnstoffbestimmung geschah wieder nach Liebig's Titrirmethode und zwar bei Fleischnahrung mit 5 c. c. Harn, bei Brodnahrung vom 10. Dezember an mit 10 c. c. Ich hatte früher denselben Hund schon zu andern Fragen benützt und mich überzeugt, dass bei ihm aller unbrauchbare Stickstoff im Harn und Koth erscheint; ich setze aber die Belege nicht hier-

her, weil es aus den mitzutheilenden Fütterungen mit Fleisch, Milch und Kaffee hinlänglich ersichtlich ist, dass wir einen zu Stoffwechseluntersuchungen völlig brauchbaren Hund vor uns haben.

I.

In diesem ersten Abschnitt befinden sich vier Reihen, bei denen der Hund Brod und Milch mit Zucker, aber in zwei davon zugleich Kaffeeabsud erhielt. Das Brod war Roggenbrod, welches 1 Tag alt und nach Entfernung der Rinde in kleinere Stücke geschnitten war; ich liess den Hund davon fressen, so viel er wollte, Mittags wurde es aber entfernt und zurückgewogen. Ich beabsichtigte dadurch zu sehen, wie viel das Thier überhaupt Brod frisst und ob der Appetit sich bei Kaffeegenuss ändert. Ebenso liess ich bis Mittag Wasser nach Willkühr saufen. In der ersten Reihe bekam der Hund 29 Tage lang beliebig Brod, eine bestimmte Menge Milch, in der eine bestimmte Menge Rohrzucker gelöst war, und beliebig Wasser, um den Stoffwechsel ohne Kaffee zu beobachten. Darauf folgte eine zweite 28tägige Reihe mit derselben Fütterung wie vorher, nur war Kaffeeabsud von einer bestimmten Menge gerösteten Kaffee's zur Milch gegeben, wodurch ich den Einfluss des Kaffee's kennen lernen wollte. Direkt darauf wurde eine dritte Reihe, 21 Tage lang, begonnen mit der gleichen Anordnung wie in der ersten, und endlich darauf eine vierte von 21 Tagen wie die zweite Reihe.

1.

Brod, Milch mit Zucker, und Wasser.

Versuchszeit: 29 Tage.

Datum 1858.	Gew. des Hunds in Gmm.	Brod in Gmm.	Milch in Gmm	Zucker in Gmm.	Wasser in cub. cent.	Harn in Gmm.	Spec. Gew. des Harns.	Harnstoff in Gmm.	Koth in Gmm.
17. Oct.	29600	368.8	303.7	36	170	307	1032	14.304	0
18. „	29760	448.9	303.7	36	697	858	1025	29.295	190.6
19. „	29780	510.3	303.7	36	347	586	1025	16.016	294.1

Datum 1858.	Gew. des Hunds in Gmm.	Brod in Gmm.	Milch in Gmm.	Zucker in Gmm.	Wasser in cub. cent.	Harn in Gmm.	Spec. Gew. des Harns.	Harnstoff in Gmm.	Koth in Gmm.
20. Oct.	29360	700.0	303.7	36	677	935	1025	25.901	378.7*)
21. „	29120	555.1	303.7	36	717	703	1019	16.698	127.7
22. „	29330	613.2	303.7	36	667	873	1023	24.737	229.9
23. „	29290	548.0	303.7	36	685	1128	1020	27.429	0
24. „	29260	689.5	303.7	36	553	887	1026	24.912	298.2
25. „	29060	727.9	303.7	36	767	794	1024	22.475	286.7**)
26. „	29220	720.0	303.7	36	942	1041	1020	25.500	0
27. „	29520	700.6	303.7	36	720	937	1021	22.583	333.9
28. „	29270	517.8	303.7	36	492	875	1023	24.624	269.5
29. „	28970	776.5	303.7	36	703	790	1026	24.988	289.7
30. „	29150	637.0	303.7	36	537	1019	1021	26.547	286.1
31. „	28740	527.6	303.7	36	695	890	1019	22.174	0
1. Nov.	28890	612.0	303.7	36	670	693	1024	20.716	203.6
2. „	28920	711.3	303.7	36	750	773	1027	25.795	314.0
3. „	29000	775.7	303.7	36	668	895	1028	27.698	299.4
4. „	29040	701.5	303.7	36	503	910	1023	24.386	257.6
5. „	28810	800.0	303.7	36	655	899	1023	25.507	0
6. „	29180	640.7	303.7	36	285	772	1029	24.450	351.5
7. „	29050	734.3	303.7	36	445	721	1031	25.620	134.2
8. „	29100	789.5	303.7	36	833	979	1020	25.728	260 6
9. „	29160	697.9	303.7	36	853	1068	1017	24.150	247.1
10. „	29200	757.7	303.7	36	725	844	1023	23.265	372.4
11. „	29230	800.0	303.7	36	673	986	1022	25.476	156.2
12. „	29310	788.1	303.7	36	480	877	1026	25.137	399.0
13. „	29070	828.3	303.7	36	723	840	1024	22.960	223.4
14. „	29300	900.0	303.7	36	720	783	1024	22.338	350.3
15. „	29450	19578.2	8807.3	1044	18352	24663		691.406	6554.4

Vor dieser Reihe hatte der Hund gewöhnliches Hundefressen, aus Fleischresten, Brod, Knochen, Brühe etc. bestehend. Während der jetzigen Fütterung nahm er um 150 Gmm. an Gewicht ab; es ist aber zu berücksichtigen, dass er am 18. Oct. 190.6 Gmm. Koth liess, von denen deutlich 143 Gmm. auf das vorhergehende gemischte Fressen kommen, die also vom An-

*) Der Koth sehr weich und auseinander fliessend, von gelber Farbe; 25.6010 Gmm. bei 100° trocken = 4.4690 Gmm. = 17 46 % feste Theile.

**) Der Koth wird allmählig etwas fester; 26.2919 Gmm. bei 100° trocken = 5.1325 Gmm. = 19.52 % feste Theile.

fangsgewicht abgehen; den letzten Tag entleerte er vor dem Wiegen noch allen Koth. Er nahm darnach um 7 Gmm. an Körpergewicht ab. In 19578.2 Gmm. Brod*) sind 10503.7 Gmm. feste Theile und 251.04 Gmm. N; in 8807.3 Gmm. Milch**)

*) Zusammensetzung des Brodes, (Bischoff und Voit, die Gesetze der Ernährung, S. 304).

feste Theile	53.65
Wasser	46.35
Kohlenstoff	45.41
Wasserstoff	6.45
Stickstoff	2.39
Sauerstoff	41.63
Salze	4.12
	100.00

**) Die gegebene Milch war gute Kuhmilch. Sie hatte im Mittel ein specifisches Gewicht von 1030. Ich habe einmal dieselbe eingetrocknet, wobei 24.8887 Gmm. bei 100° trocken 2.7966 Gmm. hinterliessen, diess macht 11.24% feste Theile. 0.4568 Gmm. des trocknen Rückstandes neutralisirten mit Natronkalk verbrannt 6.5 c. c. einer verdünnten Schwefelsäure mit 0.2244 Gmm. Schwefelsäure in 20 cub. cent. (1 c. c. entspricht demnach 0.003927 Gmm. Stickstoff) und enthielten also 0.0255 Gmm. Stickstoff = 5.59% und auf 11.24% feste Theile gerechnet 0.63% Stickstoff in der frischen Milch. Es sind von derselben Milch noch mehrere Wasser-, Butter-, Milchzucker- und Caseinbestimmungen gemacht worden, aus denen ich folgende mittlere Werthe für den Kohlenstoff-, Wasserstoff- und Sauerstoffgehalt in der frischen Milch rechnete:

feste Theile	12.92
Wasser	87.08
Kohlenstoff	7.05
Wasserstoff	1.11
Stickstoff	0.63
Sauerstoff	3.40
Salze	0.73
	12.92

Diese Zahlen stimmen mit denen von Liebig (die Chemie in ihrer Anwendung etc. analytische Belege) angegebenen, wenn man sie auf frische Milch berechnet, fast genau überein.

sind 55.49 Gmm. N; also im Ganzen 306.53 Gmm. N eingenommen. In 691.406 Gmm. Ur sind 322.68 Gmm. N; in 6411.4 Gmm. Koth*) sind 1229.3 Gmm. feste Theile und 40.20 Gmm. N; also im Ganzen 362.88 Gmm. N entleert und zwar 56.35 Gmm. mehr als eingenommen. Da jedenfalls der grösste Theil das mehr oder weniger als in der Nahrung enthaltenen umgesetzten Stickstoffs Muskel war oder wird, und nur zum Theile von anderen Organen kommt oder in sie sich verwandelt, diese aber annähernd die nämliche prozentige Zusammensetzung an Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff haben, so wird der Einfachheit wegen aller dieser Stickstoff so gerechnet als ob er allein vom Muskel käme oder allein zu Muskel werde; es entstehen dadurch natürlich kleine Fehler in der Kohlenstoff-, Wasserstoff- und Sauerstoffrechnung, die aber vorläufig nicht zu beseitigen sind; die Stickstoffrechnung wird durch diese Annahme gar nicht alterirt. Die 56.35 Gmm. mehr ausgeschiedenen Stickstoffs sind in 1657 Gmm. Fleisch**) enthalten, die der Hund noch von seinem Körper hergeben musste, und von denen er lebte. Da er aber statt

*) Zusammensetzung des Brodkoths vom 25. Oct. 1858; 0.9602 Gmm. bei 100° trocken neutralisirten mit Natronkalk verbrannt 8.0 c.c. obiger Schwefelsäure und enthielten also 0.0314 Gmm. Stickstoff = 3.27 %. 0.8630 Gmm. bei 100° trocken hinterliessen beim Glühen 0 1078 Gmm. Asche = 12.49 %. Die übrigen Zahlen wurden aus den analytischen Belegen unserer Untersuchung über die Ernährung genommen. Darnach ergiebt sich:

Kohlenstoff	47.39
Wasserstoff	6.59
Stickstoff	3.27
Sauerstoff	30.26
Salze	12.49
	100.00

**) Zusammensetzung des Fleisches (Bischoff und Voit, die Gesetze der Ernährung, S. 304):

feste Theile	24.10
Wasser	75.90

um 1657 Gmm. nur um 7 Gmm. abgenommen, so hat er 1650 Gmm. Wasser angesetzt, welche in der Rechnung von dem gesoffenen Wasser abgezogen werden müssen. Die Zahlen für Haut und Lungen sind die Differenzen der entsprechenden Werthe der Einnahmen und der direkt bestimmten Ausgaben (Harn und Koth).

	Wasser.	Stickstoff.	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Sauerstoff.
Einnahmen.					
1657 Fleisch	1257.66	56.35	207.46	28.67	85.33
19578.2 Brod	9074.50	251.04	4769.73	677.49	4372.69
8807.3 Milch	7669.40	55.49	620.91	97.76	299.45
1044 Zucker	0	0	439.63	67.13	537.24
16702 Wasser	16702.00	0	0	0	0
	34703.56	362.88	6037.73	871.05	5294.71
Ausgaben.					
24663 Harn*)	23619.00	322.68	138.28	46.05	184.40
6411.4 Koth	5182.11	40.20	582.56	81.01	371.99
16701.65 Haut u. Lungen	5902.45	0	5316.89	743.99	4738.32

Kohlenstoff	12.52
Wasserstoff	1.73
Stickstoff	3.40
Sauerstoff	5.15
Salze	1.30
	24.10

*) Der Harn war bei Brodkost immer trüb, stark schaumig und sehr vom klaren Fleischharn verschieden; die Reaction war stets sauer, wenn aber Kaffee dazu gereicht wurde, viel schwächer sauer (ich habe einmal Absud aus 70 Gmm. gerösteten Kaffeebohnen gegeben und den Harn darnach alkalisch gefunden). Der Wassergehalt des Harns wurde ebenso wie in unserer Schrift über die Gesetze der Ernährung aus der Harnstoffmenge berechnet, indem bei jeder bestimmten Kost ein bestimmtes Verhältniss der im Harn ausgeschiedenen Salze zum Harnstoff existirt.

Berechnet man den Wasserstoff als Wasser und den Kohlenstoff als Kohlensäure, so werden 12598.36 Gmm. HO und 19495.26 Gmm. CO_2 durch Haut und Lungen ausgeschieden. Die 4738.32 Gmm. O brauchen zur Wasserbildung 592.29 Gmm. H, es bleiben also noch 151.70 Gmm. H und 5316.89 Gmm. C zu verbrennen, die 48.220157 Mill. Wärmeeinheiten geben, wenn man unter den schon bei unsern frühern Untersuchungen angeführten Voraussetzungen als Verbrennungswerth für 1 Gmm. Kohlenstoff 8086 und für 1 Gmm. Wasserstoff 34462 Wärmeeinheiten nach Favre und Silbermann annimmt.

Man kann nun noch eine andere Rechnung zur Controlle einschlagen, um die Gesammtmenge der Haut- und Lungenausscheidung zu bestimmen. Man stellt zu dem Zwecke die Gesammtsumme der eingeführten Stoffe fest, addirt dazu die durch die Wägung gefundene Grösse der Gewichtsabnahme oder zieht davon die der Zunahme ab und subtrahirt nun von der erhaltenen Zahl die Summe des Harns und Koths und zwar des letztern ohne die in der Hauptrechnung eingeführte

---

21. Nov. 1858.

10.1967 Gmm. Harn = 0.4378 Gmm trocken = 0.1250 Gmm. Asche.

2.45 % Ur — Verhältniss von Asche zu Ur
1.22 % Asche — 1 : 2.01
3.67 % feste Theile ger. und 4.29 % gef.

10. Dec. 1858.

10.2181 Gmm. Harn = 0.5474 Gmm. trocken = 0.1401 Gmm. Asche

2.63 % Ur — Verhältniss von Asche zu Ur
1.37 % Asche — 1 : 1.92
4.00 % feste Theile ger. und 5.36 % gef.

In der ganzen jetzigen Brodfütterung ist das Verhältniss von Asche zum Harnstoff im Mittel 1 : 1.96, in unsern früheren Untersuchungen bei einem andern Hund 1 : 1.87. Wir rechnen nun aus der bekannten Harnstoffmenge nach diesem Verhältniss die Salzmenge, und die Summe beider giebt uns die Menge der festen Theile; wenn man die Menge letzterer von der gesammten Harnmenge abzieht, erhält man die Menge des Wassers im Harn.

Berücksichtigung, wie viel davon auf die betreffende Reihe wirklich fällt. Auf diese Weise findet man hier die Zahl 16714 Gmm., während die obige Hauptrechnung 16701 Gmm. für die Menge der durch Haut und Lungen aus dem Körper entfernten Stoffe ergiebt.

Diese Controllrechnung beruht zwar scheinbar auf ganz andern Voraussetzungen als die Hauptrechnung, jedoch bietet sie nur für einige der Faktoren eine Garantie und es ist nöthig sich darüber klar zu sein, um den Werth derselben beurtheilen zu können. Ist die Zusammensetzung des gereichten Fleischs, Brods, der Milch etc. unrichtig bestimmt oder vielmehr ihr Salzgehalt, so fällt die Grösse der Lungenausscheidung in der Hauptrechnung anders aus, da das Salz nicht mit in letztere übergeht und man bekommt eine Differenz mit der Controllrechnung; von 100 Gmm. Fleisch, Brod, Milch etc. gehen je nach dem Salzgehalt bei der Verbrennung verschiedene Mengen in die Perspiration, von 100 Gmm. Zucker oder Fett aber alles. Es ist desshalb die Controllrechnung erstens von Werth für die Beurtheilung, ob der angenommene Salzgehalt und also die Zusammensetzung der salzhaltigen Speisen eine richtige ist. — Auch wenn andere Mengen solcher Nahrung gefressen worden wären als angegeben, so hätten die Producte davon in den Exkreten sein müssen und es wäre die richtige Exkretzahl von der unrichtigen Zahl der Einnahmen abgezogen worden und so eine Abweichung entstanden. — Die Kothzahl in der Hauptrechnung ist zwar meist eine sehr verschiedene von der in der Controllrechnung, da in ersterer die auf die betreffende Reihe fallende Kothmenge, in letzterer die in der Reihe überhaupt entleerte angegeben ist. Wenn aber die zur Reihe gehörige Kothmenge um 100 Gmm. zu gering oder zu hoch angeschlagen worden wäre, so sind auch die daraus berechneten Gewichtsverhältnisse um dieselbe Grösse falsch. Es würde sich daher der Fehler völlig aufheben, wenn nicht der Koth viel Salz enthielte; 100 Gmm. Aenderung im Gewicht schicken 100 Gmm. in die Perspiration, 100 Gmm. Koth aber nicht. Dasselbe ist es wenn die Menge des Koths richtig ist, aber nicht dessen Zusammen-

setzung, d. h. eigentlich dessen Salzgehalt, denn bei zu grosser Salzannahme entsteht eine zu kleine Zahl für die Haut- und Lungenausscheidung in der Hauptrechnung. Es werden also ferner Differenzen der Haupt- und Controllrechnung vorkommen, wenn in der Menge des Koths oder in seiner Zusammensetzung Fehler vorhanden sind. — Ist das angenommene Verhältniss des Harnstoffs zu den Salzen im Harn unrichtig, so ist natürlich der Wassergehalt des Harns falsch und man bekommt in der Hauptrechnung eine Grösse für die Haut- und Lungenproducte, die von der nach einem andern Verhältniss gerechneten verschieden ausfällt; es macht dies ziemlich viel aus, besonders beim Brodharn, in welchem auf 1 Gmm. Harnstoff beinahe 1 Gmm. Salz gerechnet ist. — Die Controllrechnung ist von geringerer Tragweite für die Frage, ob die aus der gefundenen Harnstoffmenge gerechnete Menge des verbrauchten Fleischs richtig ist oder nicht. Nehme ich mehr Harnstoff an, so muss ich mehr Salze im Harn rechnen; Harnstoff und Salze zusammen geben mir die Summe der festen Theile im Harn, ich bekomme also bei einem Plus von Harnstoff und Salzen um dieselbe Zahl weniger Wasser im Harn. Wenn ich z. B. in obiger erster Reihe statt 691 Gmm. Harnstoff 750 Gmm. als entleert annehme, so bekomme ich 31.2 Gmm. Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff mehr und 88.6 Gmm. Wasser weniger im Harn, also 57.4 Gmm. weniger in die Respiration. Nun muss man aber aus dem Plus Harnstoff auch mehr zersetztes Fleisch rechnen und dafür um dieselbe Menge mehr angesetztes Wasser. Es würde sich also die Zahl ganz gleich bleiben, da sich das Plus Fleisch und das Minus Wasser ausgleicht, wenn nicht das Fleisch Salz enthielte, das nicht in die Respiration geht; 100 Gmm. Wasser geben 100 Gmm. in letztere, 100 Gmm. Fleisch nur 98.7 Gmm. In unserm Beispiel müssten 798 Gmm. Fleisch mehr zersetzt und dafür 798 Gmm. Wasser mehr angesetzt werden und man kann berechnen, dass dann 192.32 Gmm. weniger Wasser und 154.81 Gmm. mehr an Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff in der Rubrik der Einnahmen stehen, also im Ganzen um 37.51 Gmm. weniger als vorher. In den Aus-

gaben hatten wir 57.4 Gmm. weniger, es ergiebt sich daher eine Differenz von nur 19.9 Gmm. in der Respiration bei einem Unterschied von 59 Gmm. Harnstoff; dies ist zwar in der Controllrechnung zu merken, jedoch ist die Aenderung auch bei diesem grossen Fehler im Harnstoff sehr gering. — Man kann auch aus der Gleichheit beider Rechnungen nicht entnehmen, ob Fett in der angenommenen Menge angesetzt oder vom Körper hergegeben worden, oder ob Ansatz und Abgabe nur Wasser war, da 100 Gmm. Fett ebensoviel in die Respiration schicken als 100 Gmm. Wasser; man kann um dies zu beurtheilen nur zusehen, ob die nach einer solchen Annahme gerechnete Menge des in der Respiration entleerten Kohlenstoffs oder die von Aussen aufzunehmende Menge Sauerstoff zu gross oder zu klein erscheint. Wenn keine Fehler in den Beobachtungen sind, so müssen Haupt- und Controllrechnung genau übereinstimmen; aus grössern Differenzen kann man auf Fehler schliessen nicht nur in der Beobachtung, sondern auch in der Zahlenrechnung, so dass schon zur Erkennung letzterer die angegebene Controllrechnung nicht zu versäumen ist.

Reducirt man zur besseren Vergleichung der einzelnen Reihen die erhaltenen Zahlen auf 24 Stunden, so gestalten sich die Verhältnisse dieser Reihe folgender Massen.

a) Einnahmen:

675.1	Gmm.	Brod
303.7	„	Milch
36.0	„	Zucker
633	„	Wasser.

Diese enthalten 437.6 Gmm. feste Theile (106 Gmm. N) und 1210.2 Gmm. HO.

b) Ausgaben:

Harn: 850 Gmm. von 1024 spec. Gew. mit 814 Gmm. HO und 23.84 Gmm. Ur (11.1 Gmm. N)

Koth: 221.1 Gmm. mit 42.39 Gmm. festen Theilen (1.4 Gmm. N) und 178.69 Gmm. HO.

Haut und Lungen: 1106.5 Gmm. mit 434.4 Gmm. HO; vom H 230.9 Gmm.
672.1 Gmm. CO_2 = 183.3 Gmm. C.
531 Gmm. O von Aussen.

e) Resultate am Körper:
57 Gmm. Fleisch weg (1.9 Gmm. N)
57 Gmm. Wasser zu
Körpergewicht: 29.2 Klgmm.; Wärmeeinheiten 1.663 Mill.

Man kann aus dieser Zusammenstellung ersehen, dass der Hund den Umsatz der stickstoffhaltigen Theile durch die gefressene Nahrung nicht vollständig wieder ersetzen konnte, er gab noch Fleisch vom Körper her und zwar im Tag 57 Gmm. Es ist also gewiss, dass er am Ende der Reihe um 1657 Gmm. an Körperfleisch leichter war als am Anfang; ganz das nämliche sahen wir bei Brodfütterung in unserer Schrift über die Ernährung an einem andern Hund. Der jetzige Hund frass im Mittel im Tag 675 Gmm. Brod und entleerte 23.8 Gmm. Harnstoff und 221 Gmm. Koth mit 42.4 Gmm. festen Theilen; der frühere grössere Hund frass im Mittel 773 Gmm. Brod und entleerte 24.6 Gmm. Harnstoff und 222 Gmm. Koth mit 51 Gmm. festen Theilen. Es ist von Interesse, dass beide Male im Koth so viel unzersetztes Brod fortgieng und die Thiere doch noch Fleisch vom Körper hergaben; es musste die Grenze der Aufnahme für Brod im Darm gekommen sein, da sie Nahrung entfernten und noch hungerten. Wie der frühere so setzte auch dieser Hund für das abgegebene Fleisch ebensoviel Wasser an, so dass ihm die grosse Abnahme seines Körpers an Fleisch am Ende der Reihe nicht anzusehen war. Man kann nicht für gewiss sagen, ob nicht ausser dem Fleisch noch Fett vom Körper hergegeben und dafür Wasser angesetzt worden ist; für den früher benützten grössern und viel lebhaftern Hund nahmen wir 2.2 Mill. Wärmeeinheiten als Minimalgrösse an und es ist gewiss, dass der jetzige weniger liefern musste. Ich will daher bei diesem 1.5 Mill. Wärmeeinheiten als Minimum annehmen, weil in den Brodreihen und in den spätern

Fleischreihen, bei denen der Hund lange bestanden, diese Zahl annähernd herauskommt; da in dieser Reihe 1.7 Mill. Wärmeeinheiten gerechnet werden, so wäre kein Fett mehr vom Körper hergegeben worden, wie es beim frühern Hund der Fall war. Es ist jedoch in dieser Hinsicht zu berücksichtigen, dass der jetzige zu seinem Brod noch Milch und Zucker erhielt.

2.

Brod, Milch mit Zucker und mit Kaffee und Wasser

Versuchszeit: 28 Tage.

Datum 1858.	Gew. d. Hunds in Gmm.	Brod in Gmm.	Milch in Gmm.	Zucker in Gmm.	Kaffee-absud in c. c.	Wasser in c. c.	Harn in Gmm.	Spec. Gew. des Harns.	Harnstoff in Gmm.	Koth in Gmm.
15. Nov.	29450	833.3	303.7	36.0	466	550	893	1021	21.835	301.4
16. „	29750	564.7	303.7	36.0	431	143	1224	1020	29.040	0
17. „	29440	164.5	125.5	14.9	186	0	487	1022	13.356	390.1
18. „	28610	519.7	272.6	32.3	407	468	898	1018	22.403	0
19. „	28920	900.0	303.7	36.0	450	412	886	1024	22.836	4.4
20. „	29520	900.0	303.7	36.0	450	882	1057	1020	20.947	642.5*)
21. „	29610	785.6	303.7	36.0	428	200	913	1023	22.325	434.3**)
22. „	29420	784.0	303.7	36.0	450	316	990	1023	24.200	280.4
23. „	29500	900.0	303.7	36.0	450	412	1122	1020	24.420	277.4
24. „	29570	850.0	303.7	36.0	452	462	1164	1023	27.540	398.2
25. „	29500	593.0	303.7	36.0	447	299	942	1018	17.760	0
26. „	29720	832.3	303.7	36.0	450	408	1023	1023	24.400	247.5
27. „	29930	663.0	303.7	36.0	442	365	1214	1021	25.942	270.2
28. „	29640	732.0	303.7	36.0	447	510	883	1020	17.493	289.3
29. „	29810	900.0	303.7	36.0	445	232	688	1028	19.669	370.2
30. „	29860	848.2	303.7	36.0	455	750	970	1021	23.180	298.3
1. Dec.	30390	681.0	303.7	36.0	450	495	1458	1020	30.009	259 0
2. „	30030	900.0	303.7	36.0	450	510	922	1019	19.186	310.2
3. „	30280	787.3	303 7	36.0	450	586	1089	1023	25.880	448.0
4. „	30160	669.0	303.7	36.0	450	445	1062	1021	22.048	220 5
5. „	30030	720.1	303.7	36.0	455	380	906	1020	17.958	201.3
6. „	30110	857.7	303.7	36.0	445	412	930	1028	25.068	295.8
7. „	30200	887.0	303.7	36.0	450	915	1154	1017	20.543	459.2
8. „	30600	657.6	303.7	36.0	450	377	1081	1020	21.472	261.9
9. „	30410	619.4	303.7	36.0	450	530	1037	1017	19.380	254.7
10. „	30220	815.7	303.7	36 0	450	435	1058	1026	27.731	255.3
11. „	30220	556.4	303.7	36.0	450	250	658	1025	16.949	264.2
12. „	30330	589.8	303.7	36.0	450	436	1147	1016	19.436	0
13. „	30350	20511.3	8294.3	983.2	12256	12180	27846		623.009	7435.3

*) 26.7668 Gmm. bei 100° trocken = 4.9651 Gmm. = 18.55 % feste Theile.

**) 27.5321 Gmm. bei 100° trocken = 4.7586 Gmm. = 17.28 % feste Theile.

Der Hund nahm in dieser zweiten Reihe um 900 Gmm. an Gewicht zu; am Schlusse derselben hatte er aber noch 382.1 Gmm. Koth davon im Darm, die er erst am 13. Novbr. entleerte und die vom Endgewicht abgezogen werden müssen; darnach nahm er nur um 518 Gmm. an Körpergewicht zu. In den 20511.3 Gmm. gefressenen Brods sind 11004.3 Gmm. feste Theile und 263.0 Gmm. N; in 8294.3 Gmm. Milch sind 52.25 Gmm. N; im gesoffenen Kaffee*) sind 204.86 Gmm. feste

*) Zusammensetzung des Kaffee's. Kaffeebohnen von ausgezeichneter Qualität wurden sorgfältig geröstet und vom gerösteten gemahlenen Kaffee täglich 35 Gmm. (= 2 Loth) mit 600c. c. heissem Wasser übergossen, einige Male aufgekocht, etwas stehen gelassen und dann die Flüssigkeit vom Bodensatz abgegossen, welche dann dunkelbraun war und grösstentheils 450c. c. maass. Dieser Absud wurde zur Milch mit Zucker geschüttet und ein Theil des Brods darin aufgeweicht, so dass es der Hund meist gern frass, häufig in sehr kurzer Zeit und dann noch warm; manchmal gieng es jedoch langsamer, dann reichte man ihm die eingeweichten Stücke nach und nach mit der Hand. Im Anfang der zweiten Reihe, wo ich diese Manipulation noch nicht kannte, kommen zwei Tage vor, an denen er seine Portion nicht ganz auffrass. Ich konnte an dem Hund während der Tage, an denen er Kaffee zu sich nahm, keine besonderen Erscheinungen wahrnehmen, manchmal schien es mir, als ob er lebhafter wäre — 413c. c. des Absuds aus 35 Gmm. gerösteten Kaffeepulvers wogen 416.9 Gmm., also hatten sie ein specifisches Gewicht von 1009.4; dieses specifische Gewicht wurde immer zu Grunde gelegt, um das Gewicht der gemessenen Menge Kaffee zu berechnen. Der Aufguss von 35 Gmm. gerösteten Kaffee hinterliess bei 100° zur Trockne abgedampft 7.4732 Gmm. eines dunkelbraunen glänzenden Rückstandes, 100 Gmm. gerösteten Kaffee's geben also mit Wasser ausgekocht 21.35 Gmm. an dieses ab. Andere Beobachter bekamen gleiche Resultate; Liebig (chem. Briefe 1851. S. 564) giebt 21.52 Gmm. an; nach Dausse enthalten bei 80° bereitete Aufgüsse 22 — 31 % Extrakt; Payen (Compt. rend. 1846. T. 22 u. 23) enthielt durch einmalige Extraktion von 100 Gmm. gerösteten Bohnen mit 1000 Gmm. Wasser

Theile und 6.66 Gmm. N; also im Ganzen 321.91 Gmm. N eingenommen. In 623.009 Gmm. Ur sind 290.76 Gmm.

---

25 Gmm. Extraktrückstand bei schwachrother Farbe, 19 Gmm. bei kastanienbrauner und 16 Gmm. bei brauner Farbe der Bohnen. Cadet zog mit Wasser aus rothbraun geröstetem Kaffee 12.3 %, aus kastanienbraunem 18.5 %, aus dunkelbraunem 23.7 % aus. — 0.3876 Gmm. des von mir erhaltenen Rückstandes neutralisirten mit Natronkalk verbrannt 3.2 c. c. der angegebenen Schwefelsäure und enthielten demnach 0.0126 Gmm. Stickstoff = 3.25 %. Rechnet man nun aus diesem Stickstoffgehalt von 3.25 % den von 7.4702 Gmm. Rückstand aus 35 Gmm. gerösteter Bohnen, so findet man 0.24 Gmm. Stickstoff; man erhält darnach aus 100 Gmm. gerösteter Bohnen einen Auszug mit 0.68 Gmm. Stickstoff. Payen fand in 16—19 Gmm. Extrakt 0.72 Gmm. Stickstoff, also 3.7 % und da diese 16—19 Gmm Extrakt aus 100 Gmm. gerösteter Bohnen gewonnen waren, so zog er aus diesen 0.72 Gmm. Stickstoff aus. Da nun nach Payen 100 Gmm. geröstete Bohnen 1.8 Gmm. Stickstoff enthalten, man aber nur 0.7 Gmm. auszieht, so geht darnach nicht ganz die Hälfte des Stickstoffs in den Auszug über; Graham, Stenhouse und Campbell (Journ. f. pract. Chemie Bd. 69 S 186) fanden in den gerösteten Bohnen mehr Stickstoff als Payen, nämlich 2.5 3 %. Unser Hund bekam also täglich im Kaffeeabsud 0.24 Gmm Stickstoff und wenn man diese ganz als Kaffein rechnet 0.83 Gmm. Kaffein; 100 Gmm gerösteten Kaffee's gaben nach meinen Analysen 2.4 Gmm. Kaffein in die Infusion, nach Andern 2—2.5 Gmm. — 0.9131 Gmm. bei 100° trocknes Extrakt hinterliessen beim Glühen 0.1338 Gmm. Asche = 14.65 %, welche mit Säuren brauste; in 7.4732 Gmm. Extrakt aus 35 Gmm. gerösteter Bohnen sind darnach 1.0948 Gmm. Asche, und aus 100 Gmm. gerösteter Bohnen erhält man einen Absud mit 3.13 Gmm. Asche. Payen fand 3.23 Gmm. Asche, Liebig 3.41 Gmm. Für den Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff nehme ich approximative Zahlen an und rechne für 100 Gmm. Kaffeeextrakt:

Kohlenstoff	45.00
Wasserstoff	7.00
Stickstoff	3.25

N; in 7817.4 Gmm. Koth*) sind 1385.03 Gmm. feste Theile und 44.04 Gmm. N; also im Ganzen 334.80 Gmm. N entleert und zwar 12.89 Gmm. mehr als eingenommen, welche in 379 Gmm. Fleisch enthalten sind, die der Hund noch von seinem Körper hergeben musste und von denen er lebte. Da er aber statt um 379 Gmm. an Gewicht abzunehmen um 518 Gmm. zu-

---

Sauerstoff	41.62
Asche	3.13
	100.00

Die dem Thiere täglich gereichte Menge Kaffeeaufguss (aus 35 Gmm. = 2 Loth Bohnen) ist sehr gross. Zu einer Tasse (250c. c. Inhalt) sehr starken Getränks nimmt man etwa ½ Loth gerösteten Kaffee (100 Gmm. rohe Kaffeebohnen geben 85 Gmm. geröstete), so dass der Hund etwa 4 Tassen sehr starken Kaffee trank; da er nun 28 Kilogramm schwer ist, ein Mensch aber 60 — 70, so ist die Dosis jedenfalls ausreichend, um die Wirkungen studiren zu können. Lehmann (Annal. N. R. Bd. 11 Heft 2) bereitete bei seinen Untersuchungen für den Menschen den Kaffee aus 3 Loth Bohnen täglich; Böcker (Beiträge zur Heilkunde 1849 Bd. I. S. 188) aus 1½ — 2 Loth; Hammond (Americ. Journ. Vol. 31. 1856. p. 336) trank 960 Gmm. Kaffeeabsud, die auch etwa 2 — 3 Loth geröstete Bohnen brauchten.

*) Zusammensetzung des Brodkoths vom 20. u. 21. Nov. 1858; 1.0626 Gmm. bei 100° trocken neutralisirten mit Natronkalk verbrannt 8.6c. c. der genannten Schwefelsäure und enthielten also 0.0338 Gmm. Stickstoff = 3 18 % im trocknen Koth. 1.2498 Gmm. bei 100° trocken hinterliessen beim Glühen 0.1272 Gmm. Asche = 10.18 %. Darnach und aus den Zahlen der analytischen Belege unserer Untersuchung über die Ernährung ist die procentige Zusammensetzung folgende:

Kohlenstoff	47.39
Wasserstoff	6.59
Stickstoff	3.18
Sauerstoff	32.66
Asche	10.18
	100.00

genommen hat, so hat er 897 Gmm. Wasser angesetzt, welche in der Berechnung von dem gesoffenen Wasser abgezogen werden.

	Wasser.	Stick-stoff.	Kohlen-stoff.	Wasser-stoff.	Sauer-stoff.
Einnahmen.					
379 Fleisch	287.66	12.89	47.45	6.56	19.52
20511.3 Brod	9507.00	263.00	4997.05	709.78	4581.09
8294.0 Milch	7222.68	52.25	584.75	92.07	282.01
983.2 Zucker	0	0	414.02	63.22	506.85
12366 Kaffee	12161.00	6.66	92.19	14.34	85.26
11283 Wasser	11283.00	0	0	0	0
	40461.3	334.80	6135.46	885.97	5474.73
Ausgaben.					
27846 Harn	26905.00	290.76	124.60	41.49	166.16
7817.4 Koth	6432.37	44.04	656.37	91.27	452.35
18087.9 Haut u. Lungen	7123.97	0	5354.49	753.21	4856.22

Berechnet man den Wasserstoff als Wasser und den Kohlenstoff als Kohlensäure, so werden 13902.86 Gmm. HO und 19633.13 Gmm. CO_2 durch Haut und Lungen ausgeschieden. Die 4856.22 Gmm. O brauchen zur Wasserbildung 607.04 Gmm. H, es bleiben also noch 146.17 Gmm. H und 5354.49 Gmm. C zu verbrennen, die 48.433716 Mill. Wärmeeinheiten geben.

Die Hauptrechnung ergiebt für die Menge der durch Haut und Lungen aus dem Körper entfernten Stoffe 18088 Gmm., die Controllrechnung 18153 Gmm.

Die Ergebnisse dieser zweiten Reihe auf 24 Stunden reducirt, liefern folgende Werthe.

a) Einnahmen:

732.6 Gmm. Brod
296.2 „ Milch
35.1 „ Zucker
442 „ Kaffeeabsud
435 „ Wasser

Diese enthalten 474 Gmm. feste Theile (11.5 Gmm. N) und 1466.8 Gmm. HO.

b) Ausgaben:

Harn: 994 Gmm. von 1021 spec. Gew. mit 961 Gmm. HO
und 21.54 Gmm. Ur (10.4 Gmm. N)

Koth: 279.2 Gmm. mit 49.47 Gmm. festen Theilen (1.6 Gmm. N)
und 229.73 Gmm. HO.

Haut und Lungen: 1197.5 Gmm. mit 496.5 Gmm. HO; vom H
242.1 Gmm.
701.0 Gmm. CO_2 = 191.2 Gmm. C
552 Gmm. O von Aussen.

c) Resultate am Körper:
13.5 Gmm. Fleisch weg (0.4 Gmm. N)
32.3 Gmm. Wasser zu.

Körpergewicht: 29.8 Klgmm.; Wärmeeinheiten 1.730 Mill.

Das Gesammtresultat der Reihe ist das gleiche wie das der vorigen ohne den Genuss von Kaffeeabsud; der Hund konnte auch hier nicht den Umsatz der stickstoffhaltigen Gebilde völlig durch das Brod ersetzen, er gab wiederum noch Fleisch von seinem Körper her, und zwar 13.5 Gmm. im Tag und 379 Gmm. in der ganzen Reihe. Es zeigen sich jedoch einige kleine Unterschiede, die möglicherweise eine Wirkung des Kaffeegenusses sein konnten. Es wurden nämlich diesmal im Mittel 58 Gmm. Brod mit 31 Gmm. festen Theilen mehr im Tag verzehrt als vorher und 257 Gmm. Wasser mehr gesoffen. Die Folge war, dass etwas mehr Koth mit mehr festen Theilen (7 Gmm.) den Körper verliess, und etwas mehr Brod in den Stoffwechsel eingieng als bei der ersten Brodreihe. Dies kleine Plus von Brod (nur 24 Gmm. feste Theile) konnte unmöglich grosse Aenderungen in der Ernährung machen; die einzige Folge hätte sein können, dass vom Körper weniger Fleisch hergegeben werden musste, weil etwas mehr Stickstoff vom Brod geliefert wurde, wodurch aber keineswegs die Harnstoffmenge sich vermindert hätte. Es wäre darnach möglich, dass der Organismus bei gleichzeitigem Kaffeegenuss mehr Brod im Darm resorbiren

könnte als ohne den Kaffee. Zu dem Zweck hätte der Hund aber eigentlich nicht nöthig gehabt mehr Brod zu fressen, da immer viel unverdautes entleert wird. In der ersten Reihe sind die festen Bestandtheile im Koth der 8.6[te] Theil derjenigen des gefressenen Brods, in der jetzigen der 7.9[te] Theil; es wird also in der That nur absolut mehr Brod resorbirt, relativ aber nicht, wenn man die Verhältnisse der aufgenommenen Mengen Brod berücksichtigt. Darnach ist es nicht wahrscheinlich, dass der Kaffee die Wirkung habe die Resorption im Darm zu verstärken, und ich werde auch durch die Erfolge der vierten Reihe diese Wahrscheinlichkeit zur Gewissheit erheben können.

Nun sehen wir weiter, dass in dieser Reihe 154 Gmm. Harn mehr entleert wurden als in der ersten; dies Plus bestand aber aus Wasser, entsprechend der grössern Menge gesoffenen Wassers, denn das specifische Gewicht des Harns ist geringer und der Wassergehalt um 147 Gmm. grösser. Die Harnstoffmenge ist um etwas kleiner, nämlich um 2.3 Gmm. im Tag, womit die tägliche Fleischabgabe vom Körper von 53.7 Gmm. auf 13.5 Gmm. sank. Es würden die frühern Beobachter daraus geschlossen haben, der Kaffeegenuss vermindere die Harnstoffausscheidung und den Stickstoffumsatz und zwar um die nicht unbeträchtliche Grösse von 2.3 Gmm. Harnstoff oder 40 Gmm. Fleisch im Tag, da ja Nahrung und andere äussere Einflüsse möglichst gleichmässig gehalten wurden. In diesen groben Irrthum wären sie gefallen, weil sie gewohnt sind alle Aenderungen im Stoffwechsel bei der Darreichung irgend einer Substanz auf diese zu schieben und weil sie die Gesetze des normalen Stoffwechsels nicht kennen. Ich mache obigen Schluss keineswegs, da ich aus dem Gang der Untersuchung durch Beobachtung des ganzen Stickstoffkreislaufs erfahren habe, dass der Körper des Thiers im Anfang dieser Reihe um 1657 Gmm. an Fleisch leichter war als am Anfang der vorhergehenden und da ich ferner aus unsern Arbeiten über die Ernährung weiss, dass ein Hauptfaktor des Stickstoffumsatzes die Masse des Körpers an Fleisch ist, mit welcher auch bei gleicher Nahrung die Harnstoffmenge stetig abnimmt. Man hätte also von

vorn herein schliessen können, dass der Stickstoffumsatz in dieser Reihe kleiner ausfallen würde als in der vorigen und zwar ohne den Genuss von Kaffee; die Verminderung kommt zum Theil sicher auf Rechnung des verminderten Körperfleisehs, vielleicht ganz, wie die folgenden Beobachtungen zu lehren haben. Eben weil die frühern Bearbeiter dies nicht berücksichtigten und den Stickstoffkreislauf oder die Verwendung der Nahrung nicht angegeben, sind alle ihre Untersuchungen über den Einfluss von Stoffen auf die Harnstoffmenge zweifelhaft, wie man aus diesem Beispiel auf's Klarste sehen kann.

Für die täglich abgegebenen 13.5 Gmm. Fleisch setzte der Körper 32.3 Gmm. Wasser an, woraus wieder zu erkennen ist, dass man durch eine Nahrung an Gewicht zunehmen kann, ohne gerade zu Leistungen taugliche Körpersubstanz angesetzt zu haben; es wurde hier weniger Wasser als in der ersten Reihe angesetzt, weil auch weniger Fleisch weggieng. Wenn kein Fett mehr vom Körper verbrannte, so haben die Umsetzungen im Tag 1.7 Mill. Wärmeeinheiten geliefert, also annähernd so viel als in der ersten Reihe; ebenso blieb sich die durch Haut und Lungen ausgeschiedene Kohlenstoffmenge und die von Aussen aufgenommene Menge Sauerstoff nahezu gleich, nur wurde wegen der grössern Menge gesoffenen Wassers etwas mehr Wasser durch die Respiration entfernt. Die 257 Gmm. in dieser Reihe mehr gesoffenen Wassers machten ein Plus von 147 Gmm. Wasser im Harn, von 51 Gmm. im Koth und von 62 Gmm. in Haut und Lungen. Man kann aus Allem mit Gewissheit nur so viel sagen, dass der Kaffeegenuss den Körper zu einer grössern Wasseraufnahme nöthigt, welches Wasser aber wieder entfernt wird.

Um meine Behauptung, dass der geringere Stickstoffumsatz der zweiten Brodreihe mit Kaffeegenuss nicht vom Kaffee, sondern von einer Verminderung der Masse des Körperfleischs herkomme, liess ich unmittelbar darauf eine dritte Brodreihe ohne Kaffeegenuss ganz wie die erste folgen. Wäre die Verminderung der Harnstoffmenge nur eine Wirkung des Kaffee's gewesen, so müsste nun offenbar die Harnstoffmenge sich wieder

vermehren; ist sie aber von der Abnahme an Körperfleisch hergekommen, so muss die Folge sein, dass sie auf derselben niedern Zahl stehen bleibt oder gar, wenn nämlich immer noch Fleisch vom Körper hergegeben wird, abermals sinkt. Betrachten wir daher diese dritte Brodreihe ohne Kaffeegenuss.

3.

Brod, Milch mit Zucker, und Wasser.
Versuchszeit: 21 Tage.

Datum 1858—1859.	Gew. des Hunds in Gmm.	Brod in Gmm.	Milch in Gmm.	Zucker in Gmm.	Wasser in cub. cent.	Harn in Gmm.	Spec. Gew. des Harns.	Harnstoff in Gmm.	Koth in Gmm.
13. Dez.	30350	633.5	303.7	36	608	909	1023	22.836	382.1*)
14. „	29930	624.5	303.7	36	420	318	1025	9.792	195.4
15. „	30180	652.2	303.7	36	336	729	1028	24.106	160.2
16. „	29970	670.7	303.7	36	800	802	1021	21.065	378.6
17. „	29830	638.5	303.7	36	330	467	1028	15.572	0
18. „	30170	618.8	303.7	36	597	765	1025	21.186	203.0
19. „	30130	769.0	303.7	36	632	700	1025	20.831	249.8
20. „	30310	636.7	303.7	36	555	751	1022	19.404	240.7
21. „	30230	568.5	303.7	36	476	466	1025	14.378	279.0
22. „	30290	738.3	303.7	36	432	845	1028	27.126	206.8
23. „	30110	682.8	303.7	36	908	733	1020	18.910	268.8
24. „	30430	610.0	303 7	36	582	987	1020	23.522	246.2
25. „	30120	661.0	303.7	36	622	639	1020	16.177	158.0
26. „	30310	640.3	303.7	36	628	586	1020	14.835	248.4
27. „	30380	597.4	303.7	36	380	652	1024	18.409	189.5
28. „	30300	692.6	303.7	36	471	590	1026	18.112	220.6
29. „	30390	583.1	303.7	36	468	803	1023	22.294	286.1
30. „	30130	631.7	303.7	36	347	422	1029	12.915	0
31. „	30520	396.0	303.7	36	232	513	1022	13.755	239.5
1. Jan.	30340	610.7	303.7	36	200	638	1029	19.530	200.4
2. „	30160	569.3	303.7	36	495	675	1025	19.045	283.7**)
3. „	30170	13223.6	6377.7	756	10519	13990		393.801	4636.8

Der Hund nahm dabei um 180 Gmm. an Gewicht ab; am 13. Decbr. wurden aber 382.1 Gmm. Koth entleert, die zur

*) 31.3276 Gmm. bei 100° trocken = 6.8244 Gmm. = 21.78 % feste Theile.

**) 26.8164 Gmm. bei 100° trocken = 5.4975 Gmm. = 20.50 % feste Theile.

zweiten Reihe gehören und also vom Anfangsgewicht abgezogen werden müssen; darnach ergiebt sich eine Körpergewichtszunahme von 202 Gmm. In 13223.6 Gmm. Brod sind 7094.5 Gmm. feste Theile und 169.56 Gmm. N; in 6377.7 Gmm. Milch sind 40.18 Gmm. N; also im Ganzen 209.74 Gmm. N eingenommen. In 393.801 Gmm. Ur sind 183.79 Gmm. N; in 4254.7 Gmm. Koth sind 872.21 Gmm. feste Theile und 28.52 Gmm. N; also im Ganzen 212.31 Gmm. N entleert, und zwar 2.57 Gmm. mehr als eingenommen, die in 76 Gmm. Fleisch enthalten sind, welche der Hund noch von seinem Körper hergab und von denen er lebte. Da er aber statt um 76 Gmm. an Gewicht abzunehmen dennoch um 202 Gmm. zunahm, so hat er 278 Gmm. Wasser angesetzt, welche in der Rechnung von dem gesoffenen Wasser subtrahirt werden.

Einnahmen.	Wasser.	Stickstoff.	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Sauerstoff.
76.0 Fleisch	57.68	2.57	9.51	1.31	3.91
13223.6 Brod	6129.10	169.56	3221.61	457.59	2953.44
6377.7 Milch	5553.70	40.18	449.63	70.79	216.84
756 0 Zucker	0	0	318.35	48.61	389.04
10241.0 Wasser	10241.00	0	0	0	0
	21981.48	212.31	3999.10	578.30	3563.23.
Ausgaben.					
13990 Harn	13395.00	183.79	78.76	26.23	105.03
4254.7 Koth	3382.49	28.52	413.34	57.48	264.01
12399.8 Haut u. Lungen	5203.99	0	3507.00	494.59	3194.19

Berechnet man den Wasserstoff als Wasser und den Kohlenstoff als Kohlensäure, so werden 9655.30 Gmm. HO und 12870.67 Gmm. CO_2 durch Haut und Lungen ausgeschieden. Die 3194.19 Gmm. O brauchen zur Wasserbildung 399.27 Gmm. H, es bleiben also noch 95.32 Gmm. H und 3507.00 Gmm. C zu verbrennen, die 31.642520 Mill. Wärmeeinheiten geben.

Die Hauptrechnung ergiebt für die Menge der durch Haut und Lungen aus dem Körper entfernten Stoffe 12400 Gmm., die Controllrechnung 12429 Gmm.

Auf 24 Stunden reducirt erhält man.

a) Einnahmen:

629.7	Gmm.	Brod
303.7	„	Milch
36.0	„	Zucker
501.0	„	Wasser

Diese enthalten 413.2 Gmm. feste Theile (10.0 Gmm. N) und 1057.2 Gmm. HO.

b) Ausgaben:

Harn: 666 Gmm. von 1024 spec. Gew. mit 638 Gmm. HO und 18.75 Gmm. Ur (8.7 Gmm. N)

Koth: 202.6 Gmm. mit 41.53 Gmm. festen Theilen (1.4 Gmm. N) und 161.07 Gmm. HO.

Haut und Lungen: 1071.8 Gmm. mit 459.8 Gmm. HO; vom H 212.0 Gmm.

612 Gmm. CO_2 = 167 Gmm. C.

482 Gmm. O von Aussen.

c) Resultate am Körper:

3.6 Gmm. Fleisch weg (0.1 Gmm. N)

13.2 Gmm. Wasser zu

Körpergewicht: 30.1 Klgmm.; Wärmeeinheiten 1.507 Mill.

Wie zu ersehen ist, frass der Hund hier um 45 Gmm. Brod im Tag weniger als bei der ersten Reihe und um 103 Gmm. weniger als bei der zweiten; er sollte desswegen, wenn er gleich viel Körperfleisch gehabt hätte, mehr Fleisch vom Körper hergeben; da er aber gegenüber der ersten Reihe 2036 Gmm. an Fleisch leichter war, so ist es natürlich, dass er weniger Brod zu fressen brauchte und doch weniger Fleisch daransetzen musste. Er gab aber auch hier mehr Stickstoff ab als er aufnahm und zwar so, dass er täglich noch um 4 Gmm. und in der ganzen Reihe 58 Gmm. Fleisch vom Körper lieferte. Die Menge des gesoffenen Wassers ist um 153 Gmm. kleiner als

in der ersten und um 410 Gmm. kleiner als in der zweiten Reihe, der Körper setzte daher auch weniger Wasser an als in den zwei ersten Reihen, aber immer noch etwas mehr als er an Fleisch abnahm. Wegen der geringern Menge aufgenommenen Wassers enthielt der Harn weniger Wasser und hatte ein höheres specifisches Gewicht. Der Kohlenstoffgehalt der Haut- und Lungenprodukte und der von Aussen aufgenommene Sauerstoff ist zwar etwas geringer wie in der ersten Reihe, die daraus gerechneten 1.5 Mill. Wärmeeinheiten täglich sind aber noch hinreichend.

Was nun den Stickstoffumsatz betrifft, so ist die Harnstoffmenge nicht gestiegen, wie es hätte der Fall sein müssen, wenn der Kaffee die Verminderung des Harnstoffs in der zweiten Reihe bewirkt hätte, sondern in der That wiederum gefallen und zwar gegen die erste Reihe um 5.1 Gmm. und gegen die zweite um 2.8 Gmm.; es ist aber auch am Anfang der dritten Reihe 379 Gmm. weniger Fleisch am Körper als am Anfang der zweiten und 2036 Gmm. weniger als am Anfang der ersten. Durch die stetige Abgabe von Fleisch vom Körper ist nun endlich nahezu der Punkt eingetreten, wo der in der Nahrung aufgenommene und im Darm resorbirte Stickstoff hinreicht die Abgabe des Stickstoffs vom Körper zu decken, denn in dieser dritten Reihe braucht der Körper nur mehr 4 Gmm. von seinem Fleisch zuzusetzen. Bis jetzt fiel wegen der allmähligen Fleischabgabe die Harnstoffmenge und die Fleischabgabe fortwährend; in der ersten Reihe war die Fleischabgabe am grössten, es mussten noch 54 Gmm. Fleisch vom Körper hergegeben werden, in der zweiten nur 13.5 Gmm. (diff. = 40.5 Gmm.), in der dritten nur mehr 3.6 Gmm. (diff. = 9.9 Gmm). Es war zu erwarten, dass, wenn man nun eine vierte Brodreihe mit Kaffeegenuss noch anschloss, wegen der geringen Fleischabgabe vom Körper in der dritten Reihe der Stickstoffumsatz zwar etwas abnehmen würde, aber nur sehr wenig, und dass sich dann dadurch ganz klar die Richtigkeit meiner Ansicht herausstellte, nach der das frühere Fallen des Harnstoffs nicht von einer Kaffeewirkung, sondern von etwas Anderm, eben von dem Abnehmen des Körperfleischs herrührt, da der Harn-

stoff bei einem Einfluss des Kaffee's ebensoviel wie vorher sich vermindern müsste.

4.

Brod, Milch mit Zucker und mit Kaffee, und Wasser.
Versuchszeit: 21 Tage.

Datum 1859.	Gew. des Hunds in Gmm.	Brod in Gmm.	Milch in Gmm.	Zucker in Gmm.	Kaffeeabsud in Gmm.	Wasser in cub. cent.	Harn in Gmm.	Spec. Gew. des Harns.	Harnstoff in Gmm.	Koth in Gmm.
3. Jan.	30170	702.7	303.7	36	450	345	667	1014	11.910	0
4. „	30830	678.1	303.7	36	450	552	1208	1024	31.034	334.0
5. „	30610	671.3	303.7	36	450	342	617	1018	12.296	334.0
6. „	30630	653.0	303.7	36	450	203	964	1026	26.696	0
7. „	30730	369.5	303.7	36	450	72	706	1021	15.778	332.2
8. „	30290	419.4	303.7	36	450	0	444	1024	10.459	0
9. „	30420	509.0	303.7	36	450	485	1108	1017	19.947	314.5
10. „	30140	535.3	303.7	36	450	177	790	1020	15.345	0
11. „	30250	487.9	303.7	36	450	173	917	1021	19.059	332.3
12. „	29850	637.0	303.7	36	450	508	781	1021	17.977	359.2
13. „	30060	703.5	303.7	36	450	233	777	1022	16.948	0
14. „	30480	550.8	303.7	36	450	194	1063	1018	20.900	284.7
15. „	30170	588.3	303.7	36	450	364	980	1019	18.759	0
16. „	30420	599.0	303.7	36	450	192	958	1021	20.073	349.0
17. „	30160	608.5	303.7	36	450	296	544	1021	12.419	311.8
18. „	30300	522.3	303.7	36	450	66	870	1019	17.316	0
19. „	30260	499.3	303.7	36	450	164	679	1029	20.724	305.8
20. „	29980	680.4	303.7	36	450	320	382	1027	10.974	0
21. „	30470	760.7	303.7	36	450	322	702	1026	19.426	374.9
22. „	30550	745.0	303.7	36	450	757	829	1025	21.438	323.2
23. „	30960	606.5	303.7	36	450	307	923	1014	14.651	360.4*)
24. „	30660	12527.5	6377.7	756	9450	6072	16909		374.129	4316.0

Der Hund nahm in dieser vierten Brodreihe um 490 Gmm. an Gewicht zu; am Schlusse derselben hatte er aber noch 264.6 Gmm. Koth im Leibe, die er erst am 26. Jan. entleerte, und welche vom Endgewicht abgezogen werden müssen; darnach nahm er nur um 225 Gmm. an Körpergewicht zu. In 12527.5 Gmm. Brod sind 6721.0 Gmm. feste Theile und 160.63

*) 24.1042 Gmm. bei 100° trocken = 4.8217 Gmm. = 20.00 % feste Theile.

Gmm. N; in 6377.7 Gmm. Milch sind 40.18 Gmm. N; im gesoffenen Kaffee sind 156.94 Gmm. feste Theile und 5.04 Gmm. N; also im Ganzen 205.85 Gmm. N eingenommen. In 374.129 Gmm. Ur sind 174.61 Gmm. N; in 4580.6 Gmm. Koth sind 916.12 Gmm. feste Theile und 29.13 Gmm. N; also im Ganzen 203.74 Gmm. N entleert und zwar 2.11 Gmm. N weniger als eingenommen, welche in 62 Gmm. Fleisch enthalten sind, die der Hund ansetzte. Da er aber statt um 62 Gmm. an Gewicht zuzunehmen, nur um 225 Gmm. zunahm, so muss er ausserdem 163 Gmm. Wasser angesetzt haben, die in der Berechnung von dem gesoffenen Wasser abgezogen werden.

Einnahmen.	Wasser.	Stickstoff.	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Sauerstoff.
12527.5 Brod	5806.50	160.63	3052.01	433.50	2797.95
6377.7 Milch	5553.70	40.18	449.63	70.79	216.84
756.0 Zucker	0	0	318.35	48.61	389.04
9535.0 Kaffee	9378.06	5.04	70.62	10.99	65.32
5909.0 Wasser	5909.00	0	0	0	0
	26647.26	205.85	3890.61	563.89	3469.15
Ausgaben.					
62 Fleischansatz	47.06	2.11	7.76	1.07	3.19
16909 Harn	16344.00	174.61	74.83	24.92	99.78
4580.6 Koth	3664.68	29.13	434.15	60.37	299.20
13510.1 Haut u. Lungen	6591.72	0	3373.87	477.53	3066.98

Berechnet man den Wasserstoff als Wasser und den Kohlenstoff als Kohlensäure, so werden 10889.49 Gmm. HO und 12370.86 Gmm. CO_2 durch Haut und Lungen ausgeschieden. Die 3066.98 Gmm. O brauchen zur Wasserbildung 383.37 Gmm. H, es blieben also noch 94.16 Gmm. H und 3373.87 Gmm. C zu verbrennen, die 30.526055 Mill. Wärmeeinheiten geben.

Die Hauptrechnung ergiebt für die Menge der durch Haut und Lungen aus dem Körper entfernten Stoffe 13510 Gmm., die Controllrechnung 13553 Gmm.

Werden die Zahlen dieser vierten Reihe auf 24 Stunden reducirt, so erhält man folgendes:

a) Einnahmen:

596.6	Gmm.	Brod
303.7	„	Milch
36.0	„	Zucker
454.2	„	Kaffee
289.0	„	Wasser

Diese enthalten 402.8 Gmm. feste Theile (9.8 Gmm. N) und 1276.7 Gmm. HO.

b) Ausgaben:

Harn: 805 Gmm. von 1021 spec. Gew. mit 778 Gmm. HO und 17.82 Gmm. Ur (8.3 Gmm. N)

Koth: 218.1 Gmm. mit 43.62 Gmm. festen Theilen (1.4 Gmm. N) und 174.48 Gmm. HO.

Haut und Lungen: 1108.5 Gmm. mit 518.5 Gmm. HO; vom H 204.7 Gmm.
590.0 Gmm. CO_2 = 160.7 Gmm. C.
465 Gmm. O von Aussen.

c) Resultate am Körper:

3 Gmm. Fleisch zu (0.1 Gmm. N)
8 Gmm. Wasser zu

Körpergewicht: 30.4 Klgmm.; Wärmeeinheiten 1.454 Mill.

In dieser Reihe mit Kaffee frass der Hund weniger Brod im Tag als in der vorhergehenden dritten Reihe, woraus man sieht, dass das Mehrfressen in der zweiten Reihe nicht Wirkung des Kaffee's gewesen, sonst hätte der Hund auch in dieser Reihe mit Kaffee mehr gefressen. Da um 33 Gmm. Brod im Tag weniger verzehrt wurden als in der dritten Reihe, so sollte hier, wenn die Masse des Körpers an Fleisch die gleiche geblieben wäre, mehr Fleisch vom Körper hergegeben werden als in der vorhergehenden. Nun war aber der Körper in der dritten Reihe täglich noch um 4 Gmm. an Fleisch

leichter geworden, so dass nun selbst bei weniger Brodnahrung in der vierten der Punkt gekommen war, wo kein Fleisch mehr hergegeben wurde, vielmehr eine Spur angesetzt werden konnte. Weil aber das Körpergewicht an Fleisch in beiden Reihen so wenig differirt, so beträgt der Unterschied nur 7 Gmm. Fleisch oder 0.22 Gmm. Stickstoff im Tag, also so wenig, dass man mit Sicherheit jede Wirkung des Kaffee's auf den Stoffwechsel leugnen kann. Was aber in der zweiten Reihe schon als Wirkung des Kaffeeabsudes erkannt wurde, das zeigt sich hier abermals, nämlich die grössere Menge des gesoffenen Wassers. Es wurden 220 Gmm. Wasser mehr aufgenommen als in der dritten Reihe und dies im Harn (+ 140 Gmm.), im Koth (+ 13 Gmm.) und in der Respiration (+ 58 Gmm.) völlig wieder ausgeschieden. Der Kohlenstoffgehalt der Haut- und Lungenprodukte und die von Aussen aufgenommene Menge Sauerstoff sind nur wenig gesunken; die Wärme beträgt noch 1.4 Mill. Wärmeeinheiten.

Ich stelle die Resultate des täglichen Stickstoffkreislaufs obiger vier Brodreihen noch zusammen, um eine schnelle Uebersicht möglich zu machen:

	N-Einnahme.	N im Harn.	N im Koth.	Fleich am Körper.
I. ohne Kaffee	10.57	11.13	1.40	– 57.0
II. mit „	11.50	10.38	1.57	—13.5
III. ohne „	9.99	8.75	1.36	— 3.6
IV. mit „	9.80	8.31	1.39	+ 3.0

Die Stickstoffeinnahme wird nach und nach kleiner, weil das Thier bei Brodnahrung fortwährend an Fleisch abnimmt und dadurch die Möglichkeit der Aufnahme von Brod geringer wird; wegen dieser Abnahme an Fleisch vom Körper und wegen der geringern Menge Nahrung fällt der im Harn ausgeschiedene Stickstoff beständig. Die Verminderung von N im Harn und der Abgabe an Fleisch nähert sich allmählig

einer Grenze, welche erreicht ist, wenn durch die Abnahme des Körpers an Fleisch die Brodnahrung hinreicht den Stickstoffumsatz zu decken. Hätte der Kaffee irgend eine Wirkung gehabt, so müsste keine Annäherung an diese Grenze, sondern ein abwechselndes Fallen und Steigen der Harnstoffmenge eingetreten sein.

Nehmen wir aber nichtsdestoweniger an, dass die Abnahme des Harnstoffs durch den Kaffee hervorgerufen worden sei, so kann doch eine Verminderung von 0.7 und 0.4 Gmm. Stickstoff unmöglich von Werth sein und darin der Grund des vielen Kaffeetrinkens bestehen. 560 Gmm. des von mir verwendeten Kaffee's kosteten geröstet 48 Kreuzer, 35 Gmm. kosteten also 3 Kreuzer; 560 Gmm. des zu unsern Fütterungen verwendeten Kuhfleisches kosteten 11 Kreuzer, man erhielt daher für 3 Kreuzer 153 Gmm. Fleisch. Nun war der Kaffee nicht im Stande die Abgabe des Fleischs vom Körper bei der zweiten Brodreihe zu verhindern; hätte man aber 153 Gmm. Fleisch statt des Kaffee's zum Brod gegeben, so hätte der Hund, da er höchstens 57 Gmm. Fleisch damit zu ersetzen hatte, den Stickstoffumsatz vollständig gedeckt und beim gleichen Preis das für den Körper geleistet, was der Kaffee nicht zu thun im Stande war. Beim nämlichen Hund ersparten in andern Untersuchungen einmal 300 Gmm. Fleisch 155 Gmm. Fleisch im Umsatz; ein ander Mal 200 Gmm. Fleisch 41 Gmm. und endlich 230 Gmm. 75 Gmm. Fleisch vom Körper.

Ich mache zuletzt nochmals darauf aufmerksam, dass der Hund am Anfang des ganzen Abschnitts 29457 Gmm. schwer war, am Ende aber 30395, so dass eine Zunahme von 938 Gmm. an Gewicht stattfand. Früher hätte Jedermann geglaubt, dass das Thier durch die Brodfütterung an leistender Körpersubstanz reicher geworden, während meine Beobachtungen zeigen, dass dies nur Schein ist, denn es giengen wirklich 2060 Gmm. Fleisch vom Körper fort und dafür 2998 Gmm. Wasser herzu. Ich hatte einen heruntergekommenen Organismus vor mir, untauglich zu grössern Kraftäusserungen, sowie es gerade der

Fall ist bei Leuten, bei denen man sich nach den bisherigen Anschauungen einen Nutzen vom Kaffee versprach. Wenn sich Jemand von Kartoffeln oder ungenügender Kost ernähren muss, so nimmt er ebenfalls an Fleisch ab, wird wässriger bis er zuletzt so an Fleisch heruntergekommen ist, dass die für ein wohlgenährtes Individuum unzulängliche Nahrung nun seinen Stickstoffumsatz zu ersetzen vermag. Bei ihm soll nun der Kaffee von besonderem Nutzen sein; bei unsern Untersuchungen zeigte sich aber gerade im Gegentheil, wenn einmal der Körper mit der schlechten Kost sich in's Gleichgewicht gesetzt hat, keine Aenderung in der Stickstoffausscheidung.

II.

Ich beschloss nun in einem zweiten Abschnitte einem nahezu hungernden Organismus Kaffee darzureichen und zuzusehen, ob man vielleicht hier eine Wirkung wahrzunehmen im Stande wäre. Ich hatte dem Hund vor diesem Abschnitt einige Male 1000$^{c. c.}$ Kaffeeabsud, aus 70 Gmm. gerösteter Bohnen bereitet, mit 607 Gmm. Milch und 72 Gmm. Zucker dargeboten; am ersten Tage nahm er die ganze Portion zu sich, am zweiten Tag aber nur die Hälfte, am dritten die zweite Hälfte vom zweiten Tag und die erste Hälfte vom dritten Tag, am vierten Tag (27. Jan. 1859) war ich nicht einmal im Stande ihm die zweite Hälfte der Portion vom dritten Tag beizubringen. Es war offenbar die Dosis für ihn zu gross, trotzdem dass er sonst hungerte. Ich ging daher wieder auf das gewöhnliche Maass Kaffeeabsud herunter aus 35 Gmm. gerösteter Bohnen bereitet und gab in einer ersten Reihe 4 Tage lang täglich 303.7 Gmm. Milch mit 36 Gmm. Zucker und 450$^{c. c.}$ Wasser; dann in einer zweiten dasselbe, nur statt 450$^{c. c.}$ Wasser 450$^{c. c.}$ Kaffeeabsud; dann folgte eine dritte Reihe wie die erste und endlich eine vierte wie die zweite. Ich hätte gerne jede Reihe länger als 4 Tage fortgesetzt, jedoch ging diess natürlich nicht an, weil mir sonst der Hund verhungert wäre.

1.

Milch mit Zucker, und Wasser.

Versuchszeit: 4 Tage.

Datum 1859.	Gew. des Hunds in Gmm.	Milch in Gmm.	Zucker in Grm.	Wasser in c. c.	Harn in Gmm.	Spec. Gew. des Harns.	Harnstoff in Gmm.	Koth in Gmm.
1. Febr.	30160	303.7	36	450	901	1010	18.910	185.6
2. „	29460	303.7	36	450	788	1011	15.834	0
3. „	29070	303.7	36	450	670	1008	10.707	0
4. „	28920	303.7	36	450	775	1012	17.082	65.1
5. „	28550	1214.8	144	1800	3134		62.533	250.7

Den 27. Jan. war der Hund nach der starken Dosis Kaffee in's Freie gekommen; er erhielt bis zum 31. Jan. Brod zu fressen so viel er wollte, und Wasser zum Saufen. Am 31. Jan. bekam er Brod und dazu gemischtes Hundefressen mit Knochen, um den Koth gehörig abgrenzen zu können; die Reste wurden an diesem Tag gegen Mittag weggenommen. Am 1. Februar liess er vor dem Wägen in der Frühe zwei Mal viel Harn und Koth. — Während des 4tägigen Hungerns nahm das Gewicht des Thieres um 1610 Gmm. ab; am 1. und 4. Februar wurden aber 237.6 Gmm. Koth entleert, welche von der gemischten Nahrung herkamen und demnach vom Anfangsgewicht abgezogen werden müssen. Auf die 16 Hungertage kamen 314.2 Gmm. Koth, von denen auf unsere 4 Tage 78.4 Gmm. fallen; am 4. Februar waren von diesen 78.4 Gmm. Koth schon 13.1 Gmm. aus dem Darm entfernt, daher noch 65.3 Gmm. Koth zurückblieben, welche vom Endgewicht abgehen. Nach diesen Berücksichtigungen nahm der Hund um 1437 Gmm. an Körpergewicht ab. In 1214.8 Gmm. Milch sind 7.65 Gmm. N, die eingenommen wurden. In 62.533 Gmm. Ur sind 29.18 Gmm. N; in 78.4 Gmm. Koth*) sind 32.81 Gmm. feste Theile und 1.35 Gmm. N; also im Ganzen 30.53 Gmm. N entleert

*) Der auf diesen ganzen zweiten Abschnitt fallende Koth ergab bei der Analyse folgendes:

1.4298 Gmm. bei 100° trocken neutralisirten mit Natronkalk ver-

und zwar 22.88 Gmm. N mehr als eingenommen, welche in 673 Gmm. Fleisch enthalten sind, die vom Körper kamen und von denen der Hund lebte. Da er aber nicht nur um 673 Gmm. an Gewicht abgenommen, sondern um 1437 Gmm., so muss er noch 764 Gmm. Wasser oder Fettgewebe verloren haben. Wasserabgabe ist nicht undenkbar, da der Hund vorher viel Wasser gesoffen und nach ungenügender Kost das aufgespeicherte Wasser allemal abgegeben wird; jedoch ist jedenfalls Fettgewebe dabei, weil ein hungerndes Thier immer an Fett abnimmt und zwar werden die 764 Gmm. Abnahme mehr aus Fettgewebe als aus Wasser bestehen. Ich rechne vorläufig auf lauter Fettgewebe, das in 764 Gmm. 657 Gmm. Fett und 107 Gmm. Wasser enthält, welche letztere zum gesoffenen Wasser zugerechnet werden müssen; wieviel ausserdem Wasser abgegeben wurde, wird sich nachher zeigen.

Einnahmen.	Wasser.	Stickstoff.	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Sauerstoff.
1214.8 Milch	1057.85	7.65	86.64	13.48	41.30
144 Zucker	0	0	60.64	9.26	74.10
673 Fleisch	510.81	22.88	84.26	11.64	34.65
1907 Wasser	1907.00	0	0	0	0
657 Fett	0	0	519.03	72.27	65.70
	3475.66	30.53	750.57	106.65	215.75

brannt 15 c. c. der angeführten Schwefelsäure und enthielten also 0.0589 Gmm. Stickstoff = 4.12 %.

1.6129 Gmm. bei 100° trocken hinterliessen beim Glühen 0.5637 Gmm. Asche = 34.58 %.

Für den Kohlenstoff und Wasserstoff wurden die früher (s. unsere Unters. S. 304) beim Fleischkoth gefundenen Zahlen angenommen. Darnach ergiebt sich:

Kohlenstoff	43.44
Wasserstoff	6.47
Stickstoff	4.12
Sauerstoff	11.49
Asche	34.58
	100.00

Ausgaben.	Wasser.	Stick-stoff.	Kohlen-stoff.	Wasser-stoff.	Sauer-stoff.
3134 Harn*)	3062.00	29.18	12.51	4.16	16.68
78.4 Koth	45.59	1.35	14.25	2.12	3.77
1387 Haut u. Lungen	368.07	0	723.81	100.37	195.30

Berechnet man den Wasserstoff als Wasser und den Kohlenstoff als Kohlensäure, so werden 1271.40 Gmm. HO und 2653.97 Gmm. CO_2 durch Haut und Lungen ausgeschieden. Die 195.3 Gmm. O brauchen zur Wasserbildung 24.41 Gmm. H, es bleiben also noch 75.96 Gmm. H und 723.81 Gmm. C zu verbrennen, die 8.470461 Mill. Wärmeeinheiten liefern, also im Tag 2.117615 Millionen. Da wir nun 1.5 Mill. Wärmeeinheiten als Leistung für unsern Hund angenommen haben, so sind 0.617615 Mill. zu viel, welche 63 Gmm. Fett entsprechen; es sind daher 63 Gmm. Fett im Tag weniger vom Körper hergegeben worden und dafür wurden 63 Gmm. Wasser entfernt.

Die Hauptrechnung ergiebt für die Menge der durch Haut und Lungen aus dem Körper entfernten Stoffe 1387 Gmm., die Controllrechnung 1384 Gmm.

Auf 24 Stunden reducirt, zeigen sich folgende Verhältnisse:

a) Einnahmen:

303.7 Gmm. Milch
36.0 „ Zucker
450.0 „ Wasser.

Diese enthalten 75.2 Gmm. feste Theile (1.9 Gmm. N) und 714.5 Gmm. HO.

---

*) Der Harn der ersten und dritten Reihe dieses Abschnittes war immer sauer; in der zweiten und vierten Reihe bei Zusatz von Kaffee entweder sehr schwach sauer, oder neutral, oder selbst, wie am 8. Febr., alkalisch. Die Salze und das Wasser im Harn wurden in diesem und dem dritten Abschnitt nach der oben angegebenen Weise berechnet, indem dasselbe Verhältniss der Salze zum Harnstoff (1 : 6.5) wie bei unsern früheren Untersuchungen der Rechnung zu Grunde gelegt wurde.

b) Ausgaben:

Harn: 783 Gmm. von 1010 spec. Gew. mit 765 Gmm. HO und 15.63 Gmm. Ur (7.3 Gmm. N)

Koth: 19.6 Gmm. mit 8.2 Gmm. festen Theilen (0.3 Gmm. N) und 11.4 Gmm. HO.

Haut und Lungen: 798.8 Gmm. mit 317.8 Gmm. HO; vom H 163.5 Gmm.
481 Gmm. CO_2 = 131.2 Gmm. C
453 Gmm. O von Aussen.

c) Resultate am Körper.
168 Gmm. Fleisch weg (5.7 Gmm. N)
101 „ Fett weg
90 „ Wasser weg.

Körpergewicht: 29.2 Klgmm.; Wärmeeinheiten 1.500 Mill.

Zu dieser Uebersicht der ersten Reihe des zweiten Abschnitts ist nicht viel hinzuzufügen. Der Hund nimmt im Tag um 168 Gmm. an Fleisch und 101 Gmm. an Fett ab und ist am Anfang der zweiten Reihe um 673 Gmm. Fleisch und 404 Gmm. Fett leichter als am Anfang dieser ersten Reihe. Es ist also die nothwendige Folge, dass in der zweiten Reihe bei gleichen übrigen Bedingungen weniger Stickstoff umgesetzt wird; wir werden also einen geringern Umsatz diesem Einfluss, und nicht dem Kaffee zuzuschreiben haben, ebenso wie bei der ungenügenden Brodnahrung.

2.

Milch mit Zucker und Kaffeeabsud.

Versuchszeit: 4 Tage.

Datum 1859.	Gewicht des Hunds in Gmm.	Milch in Gmm.	Zucker in Gmm.	Kaffee-absud in c. c.	Harn in Gmm.	Spec. Gew. des Harns.	Harn-stoff in Gmm.	Koth in Gmm.
5. Febr.	28550	303.7	36	450	593	1014	13.046	0
6. „	28390	303.7	36	450	622	1010	9.302	0
7. „	28240	303.7	36	450	606	1016	14.507	0
8. „	28090	303.7	36	450	815	1012	12.156	0
9. „	27750	1214.8	144	1800	2636		49.010	0

Die Gewichtsabnahme in dieser Reihe ist 800 Gmm.; die hierher fallenden 78.4 Gmm. Koth sind nicht entleert worden und gehen vom Endgewicht ab, wesshalb die Abnahme des Körpergewichts 878 Gmm. beträgt. In 1214.8 Gmm. Milch sind 7.65 Gmm. N, im gesoffenen Kaffee sind 29.89 Gmm. feste Theile und 0.96 Gmm. N; also im Ganzen 8.61 Gmm. N eingenommen. In 49.0097 Gmm. Ur sind 22.87 Gmm. N; in 78.4 Gmm. Koth sind 32.81 Gmm. feste Theile und 1.35 Gmm. N; also im Ganzen 24.22 Gmm. N entleert und zwar 15.61 Gmm. N mehr als eingenommen, welche in 459 Gmm. Fleisch enthalten sind, die vom Körper herrühren und auf Kosten derer der Hund lebte. Da er aber nicht nur um 459 Gmm. abnahm, sondern um 878 Gmm., so verlor er noch 419 Gmm. Wasser oder Fettgewebe. Es ist hier kein Grund für eine Wasserabgabe vorhanden, daher ich auf eine Abgabe von 419 Gmm. Fettgewebe mit 360.3 Gmm. Fett und 58.7 Gmm. Wasser rechne, welche letztere zur Einnahme gezählt werden müssen.

	Wasser.	Stickstoff.	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Sauerstoff.
Einnahmen.					
1214.8 Milch	1057.85	7.65	86.64	13.48	41.30
144 Zucker	0	0	60.64	9.26	74.10
459 Fleisch	348.38	15.61	57.47	7.94	23.64
1816 Kaffee	1786.11	0.96	13.45	2.09	12.44
587 Wasser	58.70	0	0	0	0
360.3 Fett	0	0	284.64	39.63	36.03
	3224.27	24.22	502.84	72.40	187.51
Ausgaben.					
2636 Harn	2580.00	22.87	8.80	3.26	13.07
78.4 Koth	45.59	1.35	14.25	2.12	3.77
1343 Haut u. Lungen	625.45	0	479.79	67.02	170.67

Berechnet man den Wasserstoff als Wasser und den Kohlenstoff als Kohlensäure, so werden 1228.63 Gmm. HO und 1759.23

Gmm. CO_2 durch Haut und Lungen ausgeschieden. Die 170.67 Gmm. O brauchen zur Wasserbildung 21.33 Gmm. H, es bleiben also noch 45.69 Gmm. H und 479.79 Gmm. C zu verbrennen, die 5.454151 Mill. Wärmeeinheiten liefern, also im Tag 1.363538 Mill. Da wir 1.5 Mill. Wärmeeinheiten für diesen Hund als Minimum angenommen haben, so sind noch 0.136462 Mill. zu liefern, die 14 Gmm. Fett entsprechen; diese 14 Gmm. Fett müssen täglich noch vom Körper hergegeben und dafür 14 Gmm. Wasser angesetzt worden sein.

Die Hauptrechnung ergiebt für die Menge der durch Haut und Lungen aus dem Körper entfernten Stoffe 1343 Gmm., die Controllrechnung 1339 Gmm.

Reduktion der Zahlen auf 24 Stunden:

a) Einnahmen:

303.7	Gmm.	Milch
36	„	Zucker
454	„	Kaffee

Diese enthalten 82.7 Gmm. feste Theile (2.1 Gmm. N) und 711 Gmm. HO.

b) Ausgaben:

Harn: 659 Gmm.	von 1013 spec. Gew. mit 645 Gmm. HO und 12.25 Gmm. Ur (5.7 Gmm. N)
Koth: 19.6 Gmm.	mit 8.2 Gmm. festen Theilen (0.3 Gmm. N) und 11.4 Gmm. HO
Haut und Lungen:	787 Gmm. mit 307.2 Gmm. HO vom H 164.6 Gmm.
	480 Gmm. CO_2 = 131 Gmm. C
	452 Gmm. O von Aussen.

c) Resultate am Körper:

115 Gmm Fleisch weg (3.7 Gmm. N)

104 Gmm. Fett weg.

Körpergewicht: 28.2 Klgmm.; Wärmeeinheiten 1.5 Mill.

Die Menge des ausgeschiedenen Harnstoffs in dieser zweiten Reihe mit Kaffee ist, wie vorauszusehen war, geringer als in der vorigen und zwar um 3.38 Gmm.; der Fleischumsatz ist von 161 Gmm. auf 115 Gmm. im Tag gefallen. Dies ist, wie

gesagt, Wirkung der geringern Masse des Körpers an Fleisch. Am Anfang der zweiten Reihe war der Hund 673 Gmm. an Fleisch leichter als am Anfang der ersten, am Anfang der dritten ist er nur um 459 Gmm. an Fleisch leichter als am Anfang der zweiten, es wird daher die Harnstoffmenge in der dritten Reihe ohne Kaffee abermals fallen müssen, aber nicht so stark als von der ersten auf die zweite Reihe. Weil weniger Fleisch umgesetzt worden, unterlag mehr Fett als vorher den oxydirenden Einflüssen. Die Menge des im Harn und der Respiration ausgeschiedenen Wassers ist hier kleiner als in der ersten Reihe, obwohl die gleiche Menge Flüssigkeit eingenommen wurde, ein weiterer Beweis für unsere Annahme, nach der der Körper in der ersten Reihe noch Wasser abgegeben; in der ersten Reihe wurde überdiess mehr Fleisch zersetzt, dessen Wasser mit fortgieng.

3.

Milch mit Zucker, und Wasser.

Versuchszeit 4 Tage.

Datum 1859.	Gew. d. Hunds in Gmm.	Milch in Gmm.	Zucker in Gmm.	Wasser in c. c.	Harn in Gmm.	Spec. Gew. d. Harns.	Harnstoff in Gmm.	Koth in Gmm.
9. Febr.	27750	303.7	36	450	772	1009	11.552	0
10. „	27490	303.7	36	450	607	1009	11.558	0
11. „	27380	303.7	36	450	539	1007	8.614	0
12. „	27410	303.7	36	450	577	1009	9.838	145.7*)
13. „	27240	1214.8	144	1800	2495		41.562	145.7

Der Hund war am Ende dieser Reihe 510 Gmm. leichter; da aber die am 12. Febr. entleerten 145.7 Gmm. Koth als zu den vorigen Reihen gehörig vom Anfangsgewicht abgehen und

*) Der Koth ist dunkelbraun, von der Consistenz wie Pomade, ähnlich dem Koth nach Fleischfütterung.

30.2002 Gmm. bei 100⁰ trocken = 12.6378 Gmm. = 41.85% feste Theile.

da zuletzt noch die 78.4 Gmm. Koth dieser Reihe als noch nicht entfernt vom Endgewicht zu subtrahiren sind, so ergiebt sich daraus eine Abnahme des Körpergewichts um 442 Gmm. In 1214.8 Gmm. Milch sind 7.65 Gmm. N, die eingenommen wurden. In 41.562 Gmm. Ur sind 19.40 Gmm. N; in 78.4 Gmm. Koth sind 32.81 Gmm. feste Theile und 1.35 Gmm. N; also im Ganzen 20.75 Gmm. N entleert und zwar 13.10 Gmm. N mehr als eingenommen, welche in 385 Gmm. Fleisch enthalten sind, die der Körper abgab und von denen der Hund lebte. Da er aber nicht nur um 385 Gmm. abgenommen, sondern um 442 Gmm., so verlor er ausserdem wenigstens 57 Gmm. Wasser oder Fettgewebe. Es ist aber gewiss, dass er zur Deckung der Wärme mehr Fett verbraucht und dafür dann Wasser angesetzt hat; ein solcher Wasseransatz kommt immer vor, wenn der Körper an Fleisch stark abnimmt, wie es auch in der vorausgehenden Brodfütterung der Fall war. Ich rechne vorläufig auf eine Abgabe von 57 Gmm. Fettgewebe mit 49 Gmm. Fett und 8.0 Gmm. Wasser; wieviel Fett mehr umgesetzt worden, muss sich nacher ergeben.

	Wasser.	Stickstoff.	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Sauerstoff.
Einnahmen.					
1214.8 Milch	1057.85	7.65	86.64	13.48	41.30
144 Zucker	0	0	60.64	9.26	74.10
385 Fleisch	292.21	13.10	48.20	6.66	19.82
1808 Wasser	1808.00	0	0	0	0
49 Fett	0	0	38.71	5.39	4.90
	3158.06	20.75	234.19	34.79	140.12
Ausgaben.					
2495 Harn	2447.00	19.40	8.31	2.77	11.08
78.4 Koth	45.59	1.35	14.25	2.12	3.77
1032 Haut u. Lungen	665.47	0	211.63	29.90	125.27

Berechnet man den Wasserstoff als Wasser und den Kohlenstoff als Kohlensäure, so werden 934.57 Gmm. HO und 775.97

Gmm. CO_2 durch Haut und Lungen ausgeschieden. Die 125.27 Gmm. O brauchen zur Wasserbildung 15.66 Gmm. H, es bleiben also noch 14.24 Gmm. H und 211.63 Gmm. C zu verbrennen, die 2.201979 Mill. Wärmeeinheiten liefern, also im Tag 0.550495 Mill. Da wir nun 1.5 Mill. Wärmeeinheiten als Minimum im Tag ansehen, so fehlen 0.949505 Mill., die durch 97 Gmm. Fett geliefert werden; diese 97 Gmm. Fett müssen täglich noch vom Körper hergegeben und dafür 97 Gmm. Wasser angesetzt werden.

Die Hauptrechnung ergiebt für die Menge der durch Haut und Lungen aus dem Körper entfernten Stoffe 1032 Gmm. die Controllrechnung 1028 Gmm.

Reduktion auf 24 Stunden:

a) Einnahmen:

303.7 Gmm. Milch
36.0 „ Zucker
450 „ Wasser.

Diese enthalten 75.2 Gmm. feste Theile (1.9 Gmm. N) und 714.5 Gmm. HO.

b) Ausgaben;

Harn: 624 Gmm. von 1009 spec. Gew. mit 611.8 Gmm. HO und 10.39 Gmm. Ur (4.8 Gmm. N)

Koth: 19.6 Gmm. mit 8.2 Gmm. festen Theilen (0.3 Gmm. N) und 11.4 Gmm. HO.

Haut und Lungen: 708.6 Gmm. mit 233.6 Gmm. HO; vom H 163.3 Gmm.
475 Gmm. CO_2 = 129. 5 Gmm. C
450 Gmm. O von Aussen.

c) Resultate am Körper:

96.2 Gmm. Fleisch weg (3.0 Gmm. N)
109.2 „ Fett weg
95.0 „ Wasser an

Körpergewicht: 27.4 Klgmm.; Wärmeeinheiten 1.5 Mill.

Die Menge des Harnstoffs hat trotz des Weglassens des Kaffee's abermals abgenommen und zwar um 1.86 Gmm., während sie von der ersten auf die zweite Reihe um 3.38 Gmm. gefallen

ist; dies ist offenbar die Folge der verminderten Masse des Körpers an Fleisch. In dieser dritten Reihe wurden nur 356 Gmm. Fleisch vom Körper hergegeben; es wird daher der Stickstoffumsatz in einer vierten Reihe wieder fallen, aber um noch weniger als in der dritten Reihe geschah. Die Differenz des Fleischumsatzes der ersten und zweiten Reihe ist 214 Gmm., die der zweiten und dritten 74 Gmm., die der dritten und vierten muss noch kleiner werden. Für das abgegebene Fleisch setzte hier der Hund Wasser an; in der ersten Reihe gab er Wasser her, in der zweiten Reihe blieb er sich an Wasser gleich, in der jetzigen nahm er Wasser auf. Die Wasseraufnahme wird noch dadurch bestätigt, dass bei gleicher Menge gesoffener Flüssigkeit weniger Wasser im Harn und besonders in der Respiration entfernt wird als in der zweiten Reihe.

4.

Milch mit Zucker und Kaffeeabsud.
Versuchszeit: 4 Tage.

Datum 1859.	Gew. d. Hunds in Gmm	Milch in Gmm.	Zucker in Gmm.	Kaffee-absud in c. c.	Harn in Gmm.	Spec. Gew. d. Harns.	Harn-stoff in Gmm.	Koth in Gmm.
13. Febr.	27240	303.7	36	450	563	1012	10.675	0
14. „	27160	303.7	36	450	683	1012	11.510	0
15. „	26980	303.7	36	450	546	1011	8.694	0
16. „	26950	303.7	36	450	677	1009	9.797	0
17. „	26790	1214.8	144	1800	2469		40.676	0

Es fand in dieser Reihe eine Gewichtsabnahme von 450 Gmm. statt. Am 17. Febr. wurden noch 155.4 Gmm. Koth entleert; von diesen kommen 78.4 Gmm. auf die vierte Reihe, und werden als am Schlusse noch nicht ausgeschieden, vom Endgewicht abgezogen; darnach beträgt die Abnahme am Körper 528 Gmm. In 1214.8 Gmm. Milch sind 7.65 Gmm. N; im gesoffenen Kaffee sind 29.89 Gmm. feste Theile und 0.96 Gmm. N; also im Ganzen 8.61 Gmm. N eingenommen. In 40.676 Gmm. Ur sind 18.98 Gmm. N; in 78.4 Gmm. Koth

sind 32.81 Gmm. feste Theile und 1.35 Gmm. N; also im Ganzen 20.33 Gmm. N entleert, und zwar 11.72 Gmm. N mehr als eingenommen, welche in 345 Gmm. Fleisch enthalten sind, die der Hund von seinem eigenen Körper hergab und von denen er lebte. Da er aber nicht nur um 345 Gmm. abnahm, sondern um 528 Gmm., so verlor er ausserdem 183 Gmm. Wasser oder Fettgewebe. Es ist gewiss, dass er noch mehr Fett abgab und dafür wie in der dritten Reihe Wasser ansetzte. Ich rechne einstweilen auf eine Abgabe von nur 183 Gmm. Fettgewebe mit 157.4 Gmm. Fett und 25.6 Gmm. Wasser; das weitere wird sich später zeigen.

	Wasser.	Stickstoff.	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Sauerstoff.
Einnahmen.					
1214.8 Milch	1057.85	7.65	86.64	13.48	41.30
144 Zucker	0	0	60.64	9.26	74.10
345 Fleisch	261.86	11.72	43.19	5.97	17.77
1816 Kaffee	1786.11	0.96	13.45	2.09	12.44
25.6 Wasser	25.60	0	0	0	0
157.4 Fett	0	0	124.35	17.31	15.74
	3131.42	20.33	328.27	48.11	161.35
Ausgaben.					
2469 Harn	2422.00	18.98	8.14	2.71	10.85
78.4 Koth	45.59	1.35	14.25	2.12	3.77
1160 Haut u. Lungen	663.83	0	305.88	43.28	146.73

Berechnet man den Wasserstoff als Wasser und den Kohlenstoff als Kohlensäure, so werden 1053.35 Gmm. HO und 1121.56 Gmm. CO_2 durch Haut und Lungen ausgeschieden. Die 146.73 Gmm. O brauchen zur Wasserbildung 18.34 Gmm. H, es bleiben also noch 24.94 Gmm. H und 305.88 Gmm. C zu verbrennen, die 3.332828 Mill. Wärmeeinheiten liefern, also im Tag 0.833207 Mill. Da wir 1.5 Mill. Wärmeeinheiten als Minimum im Tag angenommen haben, so fehlen noch 0.666793 Mill., die durch 68 Gmm. Fett gebildet werden; diese 68 Gmm. Fett

müssen täglich noch vom Körper hergegeben und dafür 68 Gmm. Wasser angesetzt werden.

Die Hauptrechnung ergiebt für die Menge der durch Haut und Lungen aus dem Körper entfernten Stoffe 1160 Gmm., die Controllrechnung 1156 Gmm.

Reduktion der Zahlen auf 24 Stunden:

a) Einnahmen:

303.7 Gmm. Milch
36.0 „ Zucker
454.0 „ Kaffee

Diese enthalten 82.7 Gmm. feste Theile (2.1 Gmm. N) und 711 Gmm. HO.

b) Ausgaben:

Harn: 617 Gmm. von 1011 spec. Gew. mit 605.5 Gmm HO und 10.17 Gmm. Ur (4.7 Gmm. N).

Koth: 19.6 Gmm. mit 8.2 Gmm. festen Theilen (0.3 Gmm. N) und 11.4 Gmm. HO.

Haut und Lungen: 741.3 Gmm. mit 263.3 Gmm. HO; vom H 164.7 Gmm.
478 Gmm. CO_2 = 130.2 Gmm. C
450 Gmm. O von Aussen.

c) Resultate am Körper:

86 Gmm. Fleisch weg (2.9 Gmm. N)
107 „ Fett weg
62 „ Wasser an

Körpergewicht: 27.0 Klgmm.; Wärmeeinheiten 1.5 Mill.

Die Grösse der Harnstoffausscheidung ist hier, wie leicht vorauszusehen war, nur äusserst wenig gesunken, und zwar nur um 0.22 Gmm. im Tag, da die Differenz in der Masse des Körperfleisches von der zweiten zur dritten Reihe nur 74 Gmm. betrug; die Differenz des Fleischumsatzes der dritten und vierten Reihe berechnet sich auf 40 Gmm. Es ist einleuchtend, dass dieser geringe Unterschied nicht Wirkung des Kaffeeabsudes war, sondern hervorgebracht ist durch die Abgabe von Körperfleisch. Wenn er auch eine Wirkung des Kaffee's wäre, so

könnte doch eine Ersparniss von 0.1 Gmm. N im Tag gar nicht in Anschlag zu bringen sein. Auch hier wird statt des abgegebenen Fleisches Wasser angesetzt wie in der dritten Reihe.

Wir erhielten somit in diesen vier Hungerreihen ganz das gleiche Resultat wie bei der für den Ersatz ungenügenden Brodfütterung; der Körper verliert allmählig an Fleischmenge und darum nimmt der Harnstoffgehalt ab; zuletzt aber wird die Abnahme des Harnstoffes beinahe unmerklich, da die Fleischabgabe eine nahezu constante wird. Stellt man die Resultate der vier Reihen neben einander, so sieht man dies deutlich.

	N im Harn.	Fleisch vom Körper.
I. ohne Kaffee	7.29	161
II. mit "	5.72	107
III. ohne "	4.85	89
IV. mit "	4.83	79

Eine Wirkung des Kaffee's müsste ganz andere Zahlenschwankungen ergeben haben.

III.

Die beiden vorhergehenden Abschnitte enthielten Reihen, in denen eine zum Ersatz ungenügende Nahrung gereicht worden war, in dem ersten Abschnitt der Qualität nach, im zweiten der Quantität nach. Ich lasse nun schliesslich einen dritten Abschnitt mit Fleischnahrung folgen, die den Stickstoffumsatz sehr steigerte, den Verlust aber möglichst deckte. In 4 Reihen wurden täglich 1000 Gmm. auf's sorgfältigste von Fett und Bindegewebe gereinigtes Kuhfleisch gefüttert und dazu in der ersten und dritten Reihe Milch mit 450$^{c.c.}$ Wasser verdünnt gegeben, in der zweiten und vierten die nämliche Menge Milch, aber mit 450$^{c.c.}$ Kaffeeabsud verdünnt. Es wurde jeden Tag zuerst die Milch mit dem Wasser oder Kaffee in den Käfig gestellt und erst wenn dieses verzehrt war, das Fleisch. Jede Reihe umfasst einen Zeitraum von 12 Tagen.

1.

Fleisch, Milch mit Zucker und Wasser.
Versuchszeit: 12 Tage.

Datum 1859.	Gew. des Hunds in Gmm.	Fleisch in Gmm.	Milch in Gmm	Zucker in Gmm.	Wasser in cub. cent.	Harn in Gmm.	Spec. Gew. des Harns.	Harnstoff in Gmm.	Koth in Gmm.
27. Febr.	29580	1000	303.7	36	450	1089	1024	51.072	101.3
28. „	29820	1000	303.7	36	450	1298	1026	67.045	60.4
1. März	29850	1000	303.7	36	450	1350	1027	72.851	0
2. „	29880	1000	303.7	36	450	1369	1027	71.982	146.6
3. „	29700	1000	303.7	36	450	1092	1024	55.432	0
4. „	30080	1000	303.7	36	450	1596	1028	90.074	0
5. „	29970	1000	303.7	36	450	1461	1028	79.632	0
6. „	29910	1000	303.7	36	450	1310	1028	72.675	0
7. „	29960	1000	303.7	36	450	1151	1027	64.570	0
8. „	30090	1000	303.7	36	450	1510	1031	89.658	0
9. „	29910	1000	303.7	36	450	1349	1029	78.660	0
10. „	29950	1000	303.7	36	450	1444	1028	81.490	0
11. „	29890	1000	303.7	36	450	1187	1028	65.604	182.5 *)
12. „	29830	1000	303.7	36	450	1352	1028	77.585	0
13. „	29830	12000	3644.4	432	5400	16171		900.213	329.1

Zwischen der letzten Hungerreihe und dieser Fleischreihe liegt die geraume Zeit vom 17. bis 27. Februar, welche der Hund im Freien zubrachte. Es war auffallend, dass das Thier nach dem Hungerabschnitt in den ersten Tagen ganz ungemein viel Harn liess und sich erst dann zeigte wie mager an leistenden Körpertheilen es in den zwei vorhergehenden Abschnitten geworden war. Es entfernte das Wasser, welches der Körper während der Brodfütterung und dem Hungerzustand wegen des Fleischverlustes allmählig angesetzt hatte, weil durch die darauf folgende nahrhafte Kost wieder Fleisch an seine Stelle trat. Vom 17. Febr. an erhielt der Hund nämlich täglich 1000 Gmm. unausgesuchtes Fleisch mit Brod, Brühe etc. zum Fressen. Am 27. Febr. kam er in den Käfig und erhielt von da an nur

*) Der Koth ist dunkelschwarz, ziemlich fest, pechartig; 26.7400 Gmm. bei 100° trocken = 10.6564 Gmm. = 39.85 % feste Theile.

1000 Gmm. Fleisch, aber sorgfältig ausgesuchtes; am 27. und 28. Febr. setzte er davon ziemlich viel an, wie man aus der geringen Harnstoffmenge sieht. Jedoch vom 1. März an war sein Körperzustand mit der gefressenen Menge Fleisch in's Gleichgewicht gekommen, daher ich erst von da ab die Resultate in Rechnung ziehe.

Es erfolgte in der Reihe vom 1. bis 13. März eine Gewichtsabnahme von 20 Gmm. Es ist aber zu berücksichtigen, dass am 2. März 146.6 Gmm. Koth entleert wurden, von denen 82.6 Gmm. noch vom gemischten Fressen herrühren und 41.1 Gmm. als Fleischkoth für den 27. und 28. Febr. in Anschlag zu bringen sind, welche 123.7 Gmm. Koth als nicht zu dieser Reihe gehörig vom Anfangsgewicht subtrahirt werden müssen; am Ende der Reihe ist noch der Koth der zwei letzten Tage nicht entleert, der im Betrag von 69.3 Gmm. vom Endgewicht abzuziehen ist; darnach ergiebt sich eine Gewichtszunahme des Körpers um 35 Gmm. In 12000 Gmm. Fleisch sind 408 Gmm. N; in 3644.4 Gmm. Milch sind 22.96 Gmm. N; also im Ganzen 430.96 Gmm. N eingenommen. In 900.213 Gmm. Ur sind 420.13 Gmm. N; in den hierher fallenden 274.7 Gmm. Koth*) sind 106.62 Gmm. feste Theile und

*) Zusammensetzung des Koths bei Fleischfütterung ohne Kaffee (11. März 1859):

1.2005 Gmm. bei 100° trocken neutralisirten mit Natronkalk verbrannt 15.9 c. c. der angegebenen Schwefelsäure und enthielten also 0.0624 Gmm. N = 5.20 %.

0.6367 Gmm. bei 100° trocken hinterliessen beim Glühen 0.2352 Gmm. Asche = 36.94 %.

Die übrigen Zahlen für den Fleischkoth wurden aus den analytischen Belegen unserer Untersuchung über die Ernährung genommen. – Es ergiebt sich:

Kohlenstoff	43.44
Wasserstoff	6.47
Stickstoff	5.20
Sauerstoff	7.95
Asche	36.94
	100.00

5.54 Gmm. N; also im Ganzen 425.67 Gmm. N entleert und zwar 5.29 Gmm. N weniger als eingenommen; diese 5.29 Gmm. N sind in 156 Gmm. Fleisch enthalten, welche der Hund ansetzte und welche vom gefressenen Fleisch als nicht zersetzt in der Rechnung abzuziehen sind. Da er aber statt um 156 Gmm. an Gewicht zuzunehmen, nur um 35 Gmm. zunahm, so muss er noch 121 Gmm. Wasser oder Fettgewebe vom Körper hergegeben haben. Ich rechne auf Wasserabgabe, weil es wahrscheinlich ist, dass die Menge des zersetzten Fleischs, der Milch und des Zuckers die nöthige Wärme lieferte; ob diese Annahme richtig, wird das Resultat der Berechnung zeigen. Die 156 Gmm. vom Körper abgegebenen Wassers verhalten sich, wie wenn sie der Hund gesoffen hätte und sind desshalb dem gesoffenen zuzuzählen.

	Wasser.	Stickstoff.	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Sauerstoff.
Einnahmen.					
11844 Fleisch	8989.60	402.71	1482.87	204.90	609.97
3644.4 Milch	3173.54	22.96	256.93	40.45	123.91
432 Zucker	0	0	181.91	27.78	222.30
5521 Wasser	5521.00	0	0	0	0
	17684.14	425.67	1921.71	273.13	956.18
Ausgaben.					
16171 Harn*)	15132.00	420.13	180.04	59.95	240.09
274.7 Koth	168.08	5.54	46.32	6.90	8.48
4993.4 Haut u. Lungen	2384.06	0	1695.35	206.28	707.61

Berechnet man den Wasserstoff als Wasser und den Kohlenstoff als Kohlensäure, so werden 4240.58 Gmm. HO und 6216.28 Gmm. CO_2 durch Haut und Lungen ausgeschieden. Die 707.61 Gmm. O brauchen zur Wasserbildung 88.45 Gmm. H, es bleiben also noch 117.83 Gmm. H und 1695.35 Gmm. C zu verbrennen, die 17.769257 Mill. Wärmeeinheiten geben.

*) Der Harn reagirte im ganzen dritten Abschnitt sauer.

Die Hauptrechnung ergiebt für die Menge der durch Haut und Lungen aus dem Körper entfernten Stoffe 4993 Gmm., die Controllrechnung 4996 Gmm.

Reduction auf 24 Stunden:

a) Einnahmen:

1000 Gmm. Fleisch
303.7 „ Milch
36 „ Zucker
450 „ Wasser

Diese enthalten 316.2 Gmm. feste Theile (35.9 Gmm. N) und 1473.5 Gmm. HO.

b) Ausgaben:

Harn: 1347 Gmm. von 1028 spec. Gew. mit 1261 Gmm. HO
und 75.02 Gmm. Ur (35.0 Gmm. N)

Koth: 22.9 Gmm. mit 8.9 Gmm. festen Theilen (0.5 Gmm. N)
und 14.0 Gmm. HO.

Haut und Lungen: 871.5 Gmm. mit 353.4 Gmm. HO; vom H
154.7 Gmm.
518.1 Gmm. CO_2 = 141.3 Gmm. C.
456 Gmm. O von Aussen.

c) Resultate am Körper:

13 Gmm. Fleisch an (0.4 Gmm. N)
10 Gmm. Wasser weg.

Körpergewicht: 29.9 Klgmm.; Wärmeeinheiten 1.481 Mill.

Der Hund setzt täglich nicht ganz die 1000 Gmm. gefressenen Fleischs, sondern nur 987 Gmm. um; er wird in der ganzen Reihe um 156 Gmm. an Fleisch schwerer. Für die 13 Gmm. im Tag angesetzten Fleischs gab er 10 Gmm. Wasser vom Körper ab. Vergleichen wir den Wasserkreislauf in den drei Abschnitten mit einander, so zeigt sich, dass im jetzigen nochmal so viel Wasser in der Nahrung aufgenommen wurde als im zweiten, welches Plus dann im Harn beinahe ganz wieder ausgeschieden wird, da durch Haut und Lungen nur ein wenig Mehr weggeht; trotz der grössern Menge Wasser im Harn des dritten Abschnitts, ist der Harn doch specifisch schwerer, weil darin sehr viel Harnstoff in Lösung enthalten

ist. Dagegen werden im dritten Abschnitt nur um etwa 200 Gmm. Wasser mehr in der Nahrung aufgenommen als im ersten, aber um etwa 450 Gmm. mehr im Harn ausgeschieden; für die im dritten Abschnitt um 250 Gmm. grössere Menge durch den Harn entfernten Wassers gehen im ersten etwa 100 Gmm. mehr in die Respiration, der Rest von 150 Gmm. befindet sich im Koth; das Plus Wasser im Harn des dritten Abschnittes scheint vorhanden sein zu müssen, um die grosse Quantität Harnstoff aus dem Körper zu entfernen. Da die im täglich zersetzten Fleisch vorhandene Kohlenstoff- und Wasserstoffmenge bei der Verbindung mit dem Sauerstoff während des ganzen Abschnitts 1.5 Mill. Wärmeeinheiten liefert, so giebt der Hund, wenn diese Wärme für ihn wie angenommen wirklich ausreicht, kein Fett von seinem Körper mehr her. Der bei unsern Untersuchungen über die Ernährung benützte Hund hatte 1500 Gmm. reines Fleisch nöthig um allen Stickstoffumsatz zu decken, der jetzige braucht nur 1000 Gmm.; der erstere ist jung, sehr lebhaft, von breiter Brust, letzterer dagegen älter, ruhiger, enger gebaut und im Ganzen leichter; ich glaube schliessen zu dürfen, dass aus diesen Ursachen der Stickstoffumsatz und der Verbrauch an Fleisch ein verschiedener war.

2.

Fleisch, Milch mit Zucker, und Kaffeeabsud.

Versuchszeit: 12 Tage.

Datum 1859.	Gew. des Hunds in Gmm.	Fleisch in Gmm.	Milch in Gmm.	Zucker in Gmm.	Kaffeeabsud in c c.	Harn in Gmm.	Spec. Gew. des Harns.	Harnstoff in Gmm.	Koth in Gmm.
13. März	29830	1000	303.7	36	450	1244	1028	72.600	0
14. „	29960	1000	303.7	36	450	1241	1032	74.586	0
15. „	30020	1000	303.7	36	450	1325	1031	81.018	0
16. „	30040	1000	303.7	36	450	1264	1029	70.053	0
17. „	30140	1000	303.7	36	450	1472	1030	88.598	0
18. „	30000	1000	303.7	36	450	917	1025	42.244	242.5*)

*) Koth bei Zusatz des Kaffeeabsuds zur Fleischnahrung noch schwarzbraun, aber weicher als ohne Zusatz des Kaffeeabsuds; er riecht entschieden nach Kaffee.

Datum 1859.	Gew. des Hunds in Gmm.	Fleisch in Gmm.	Milch in Gmm.	Zucker in Gmm.	Kaffeeabsud in c. c.	Harn in Gmm.	Spec. Gew. des Harns.	Harnstoff in Gmm.	Koth in Gmm.
19. März	30140	1000	303.7	36	450	1485	1035	104.447	0
20. "	30000	1000	303.7	36	450	1158	1027	61.138	0
21. "	30240	1000	303.7	36	450	1478	1030	86.100	0
22. "	30110	1000	303.7	36	450	1259	1028	68.355	0
23. "	30250	1000	303.7	36	450	1531	1032	92.008	0
24. "	30090	1000	303 7	36	450	1461	1029	83.780	222.3*)
25. "	29780	12000	3644.4	432	5400	15835		925.026	464.8

Der Hund nahm während dieser zweiten Reihe um 50 Gmm. an Gewicht ab; da aber von den am 18. März entleerten 242.5 Gmm. Koth noch 69.3 Gmm. auf die erste Reihe gehören, also vom Anfangsgewicht abgehen, und da ferner am Schlusse noch 32.5 Gmm. Koth vom letzten Tag im Rückstand sind, die vom Endgewicht abgezogen werden müssen, so ergiebt sich eine Gewichtszunahme des Körpers von 13 Gmm. In 12000 Gmm. Fleisch sind 408 Gmm. N; in 3644.4 Gmm. Milch sind 22.96 Gmm. N; im gesoffenen Kaffee sind 89.68 Gmm. feste Theile und 2.88 Gmm. N; also im Ganzen 433.84 Gmm. N eingenommen. In 925.026 Gmm. Ur sind 431.71 Gmm. N; in 428.0 Gmm. hierher gehörenden Koths sind 144.69 Gmm. feste Theile und 8.61 Gmm. N**); also im Ganzen 440.32 Gmm. N entleert

36.1478 Gmm. bei 100° trocken = 12.9248 Gmm. = 35.75 % feste Theile.

*) 29.6261 Gmm. bei 100° trocken = 9.4575 Gmm. = 31.92 % feste Theile.

**) Zusammensetzung des Koths bei Fleischfütterung mit Kaffee (24. März 1859):

1.2205 Gmm. bei 100° trocken neutralisirten mit Natronkalk verbrannt 18.5 c. c. der angegebenen Schwefelsäure und enthielten also 0.0726 Gmm. N = 5.95 %.

1.3729 Gmm. bei 100° trocken hinterliessen beim Glühen 0.3406 Gmm. Asche = 24.81 %.

Die übrigen Zahlen für diesen Koth wurden aus den analytischen

und zwar 6.48 Gmm. N mehr als eingenommen; letztere sind in 190 Gmm. Fleisch enthalten, welche der Hund noch vom Körper hergab, und von denen er lebte. Da er aber statt um 190 Gmm. abzunehmen, um 13 Gmm. zunahm, so muss er 203 Gmm. Wasser angesetzt haben, welche vom im Kaffeeabsud gesoffenen Wasser abzuziehen sind.

	Wasser.	Stickstoff.	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Sauerstoff.
Einnahmen.					
12190 Fleisch	9252.21	414.48	1526.19	210.89	627.78
3644.4 Milch	3173.54	22.96	256.93	40.45	123.91
432 Zucker	0	0	181.91	27.78	222.30
5448.6 Kaffee	5155.92	2.88	40.36	6.28	37.32
	17581.67	440.32	2005.39	285.40	1011.31
Ausgaben.					
15835 Harn	14768.00	431.71	185.01	61.61	246.70
428 Koth	283.31	8.61	62.85	9.26	27.97
5239 Haut u. Lungen	2530.36	0	1757.53	214.53	736.64

Berechnet man den Wasserstoff als Wasser und den Kohlenstoff als Kohlensäure, so werden 4461.13 Gmm. HO und 6444.28 Gmm. CO_2 durch Haut und Lungen ausgeschieden. Die 736.64 Gmm. O brauchen zur Wasserbildung 92.08 Gmm. H, es bleiben also noch 122.45 Gmm. H und 1757.53 Gmm. C zu verbrennen, die 18.431260 Mill. Wärmeeinheiten geben.

Die Hauptrechnung ergiebt für die Menge der durch Haut

Belegen unserer Untersuchung über die Ernährung entnommen. Darnach rechnet sich:

Kohlenstoff	43.44
Wasserstoff	6.47
Stickstoff	5.95
Sauerstoff	19.33
Asche	24.81
	100.00

und Lungen aus dem Körper entfernten Stoffe 5239 Gmm., die Controllrechnung 5275 Gmm.

Reduktion auf 24 Stunden:

a) Einnahmen:

1000	Gmm.	Fleisch
303.7	„	Milch
36	„	Zucker
454	„	Kaffee

Diese enthalten 323.7 Gmm. feste Theile (36.1 Gmm. N) und 1470.0 Gmm. HO.

b) Ausgaben:

Harn: 1320 Gmm. von 1030 spec. Gew. mit 1231 Gmm. HO und 77.08 Gmm. Ur (36.0 Gmm. N)

Koth: 35.7 Gmm. mit 12.1 Gmm. festen Theilen (0.7 Gmm. N) und 23.6 Gmm. HO.

Haut und Lungen: 909.0 Gmm. mit 371.8 Gmm. HO; vom H 160.9 Gmm.
537.2 Gmm. CO_2 = 146.5 Gmm. C.
473 Gmm. O von Aussen.

c) Resultate am Körper:
16 Gmm. Fleisch weg (0.5 Gmm. N)
17 Gmm. Wasser an.

Körpergewicht: 30.0 Klgmm.; Wärmeeinheiten 1.536 Mill.

In dieser zweiten Reihe wurden im Tag 1016 Gmm. Fleisch umgesetzt, wovon 16 Gmm. noch vom Körper kamen, während in der ersten nur 987 Gmm. verbraucht wurden. Da in letzterer der Hund 156 Gmm. Fleisch angesetzt, so fällt ein kleiner Theil des in der zweiten Reihe mehr umgesetzten Fleischs wohl auf die grössere Fleischmenge am Körper. Wir sehen, dass sowohl im Harn als auch im Koth eine etwas grössere Menge Stickstoff abgesondert wird als vorher und zwar zeigt sich im Harn ein Plus von 1 Gmm. N, im Koth von 0.26 Gmm., während im Kaffee nur um 0.24 Gmm. N mehr eingeführt worden. Es ist also gewiss, hier hat der Kaffeegenuss keine Verminderung des Stickstoffumsatzes, sondern eher eine Vermehrung hervorgebracht. Für das abgegebene Fleisch

ist, übereinstimmend mit frühern Erfahrungen, Wasser angesetzt worden. Die Harnmenge ist nahezu die gleiche wie vorher, nur enthält der Harn um 30 Gmm. Wasser weniger und ist desshalb specifisch schwerer. Der Koth enthält mehr feste Theile und mehr Wasser als vorher; es ist daher wahrscheinlich, dass ein Theil der festen Stoffe des Kaffeeextraktes im Koth wieder ausgeschieden wird, zudem der Koth bei Fleisch- und Kaffeegenuss, wie angegeben, sehr stark nach Kaffee riecht; auch bei der Brodfütterung war bei Kaffeezusatz zur Nahrung die Kothmenge immer grösser als ohne den Kaffeezusatz. Das Wasser, welches im Harn weniger war, wurde in der Respiration entfernt.

3.

Fleisch, Milch mit Zucker, und Wasser.
Versuchszeit: 12 Tage.

Datum 1859.	Gew. des Hunds in Gmm.	Fleisch in Gmm.	Milch in Gmm.	Zucker in Gmm.	Wasser in cub. cent.	Harn in Gmm.	Spec. Gew. des Harns.	Harnstoff in Gmm.	Koth in Gmm.
25. März	29780	1000	303.7	36	450	1398	1028	78.880	0
26. „	29840	1000	303.7	36	450	1343	1027	74.556	0
27. „	29880	1000	303.7	36	450	1309	1026	66.862	0
28. „	30010	1000	303.7	36	450	1471	1030	87.679	0
29. „	29870	1000	303.7	36	450	1328	1031	81.144	0
30. „	29790	1000	303.7	36	450	1208	1031	72.664	195.1*)
31. „	29710	1000	303.7	36	450	1234	1028	67.736	0
1. April	29870	1000	303.7	36	450	1563	1029	87.191	0
2. „	29730	1000	303.7	36	450	1432	1027	78.120	0
3. „	29760	1000	303.7	36	450	1357	1025	67.259	0
4. „	29840	1000	303.7	36	450	1468	1028	84.252	0
5. „	29730	1000	303.7	36	450	1265	1027	70.224	0
6. „	29800	12000	3644.4	432	5400	16376		916.568	195.1

Es fand diesmal eine Gewichtszunahme von 20 Gmm. statt. Es ist aber zu berücksichtigen, dass von den am 30. März entleerten 195.1 Gmm. Koth 32.5 Gmm. noch zur zweiten Reihe

*) Koth wieder fester als in der zweiten Reihe; 29.3938 Gmm. bei 100^0 trocken = 10.6810 Gmm. = 36.34 % feste Theile.

gehören und daher vom Anfangsgewicht abzuziehen sind; ferner gehen vom Endgewicht 236.9 Gmm. ab, da im Leib noch so viel Koth von dieser Reihe enthalten war; somit nahm der Hund um 185 Gmm. an Körpergewicht ab. In 12000 Gmm. Fleisch sind 408 Gmm. N; in 3644.4 Gmm. Milch sind 22.96 Gmm. N; also im Ganzen 430.96 Gmm. N eingenommen. In 916.568 Gmm. Ur sind 427.67 Gmm. N; in 399.5 Gmm. hierher gehörenden Koths sind 134.59 Gmm. feste Theile und 7.0 Gmm. N; also im Ganzen 434.67 Gmm. N entleert und zwar 3.71 Gmm. N mehr als eingenommen; letztere sind in 109 Gmm. Fleisch enthalten, welche der Hund noch von seinem Körper hergab und von denen er lebte. Da er aber statt um 109 Gmm. an Gewicht abzunehmen, um 185 Gmm. abnahm, so musste er noch 76 Gmm. Wasser oder Fettgewebe abgegeben haben. Ich nehme Wasser an, das dem gesoffenen Wasser zuzurechnen ist.

	Wasser.	Stickstoff.	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Sauerstoff.
Einnahmen.					
12109 Fleisch	9190.73	411.71	1516.05	209.49	623.61
3644.4 Milch	3173.54	22.96	256.93	40.45	123.91
432 Zucker	0	0	181.91	27.78	222.30
5476 Wasser	5476.00	0	0	0	0
	17840.27	434.67	1954.89	277.72	969.82
Ausgaben.					
16376 Harn	15318.00	427.76	183.31	61.04	244.45
399.5 Koth	264.91	7.00	58.47	8.71	10.70
4893.2 Haut u. Lungen	2257.36	0	1713.11	207.97	714.67

Berechnet man den Wasserstoff als Wasser und den Kohlenstoff als Kohlensäure, so werden 4129.09 Gmm. HO und 6231.40 Gmm. CO_2 durch Haut und Lungen ausgeschieden. Die 714.67 Gmm. O brauchen zur Wasserbildung 89.33 Gmm. H, es bleiben also noch 118.64 Gmm. H und 1713.11 Gmm. C zu verbrennen, die 17.940779 Mill. Wärmeeinheiten geben.

Die Hauptrechnung ergiebt für die Menge der durch Haut und Lungen aus dem Körper entfernten Stoffe 4893 Gmm., die Controllrechnung 4885 Gmm.

Reduktion auf 24 Stunden:

a) Einnahmen:

1000 Gmm. Fleisch
303.7 „ Milch
36 „ Zucker
450 „ Wasser

Diese enthalten 316.2 Gmm. feste Theile (35.9 Gmm. N) und 1473.5 Gmm. HO.

b) Ausgaben:

Harn: 1365 Gmm. von 1028 spec. Gew. mit 1276 Gmm. HO und 76.38 Gmm. Ur (35.6 Gmm. N)

Koth: 33.3 Gmm. mit 11.2 Gmm. festen Theilen (0.6 Gmm. N) und 22.1 Gmm. HO.

Haut und Lungen: 867.7 Gmm. mit 344.1 Gmm. HO; vom H 156 Gmm.
523.6 Gmm. CO_2 = 142.8 Gmm. C
460 Gmm. O von Aussen.

c) Resultate am Körper:

9 Gmm. Fleisch weg (0.3 Gmm. N)
6 Gmm. Wasser weg.

Körpergewicht: 29.8 Klgmm.; Wärmeeinheiten 1.495 Mill.

Da der Hund während der zweiten Reihe um 190 Gmm. an Körperfleisch abnahm, also hier dieselbe Masse davon hatte wie im Anfang der ersten Reihe, in der er 156 Gmm. angesetzt, so musste der Fleischumsatz, wenn die grössere Fleischmenge anfangs der zweiten Reihe der Grund des grössern Verbrauchs in dieser war, wieder sinken. Dies geschah auch, denn es wurden jetzt 9 Gmm. statt 16 Gmm. Fleisch vom Körper hergegeben, da das Thier nur um 109 Gmm. an Fleisch in der ganzen dritten Reihe abnahm. Zum Theil war also der grössere Fleischverbrauch der zweiten Reihe durch die Fleischzunahme in der ersten hervorgebracht, es ist aber immer noch möglich, dass der Kaffee mit

dazu beigetragen hat. Der Umsatz an stickstoffhaltigen Theilen ist hier etwas grösser wie in der ersten Reihe, im Harn befinden sich 0.6 Gmm. N, im Koth 0.1 Gmm. N mehr. Die Harnmenge ist wieder so gross als in der ersten Reihe und demnach bei einem geringern specifischen Gewicht mehr Wasser darin als in dem der zweiten; auch die Kothmenge und das durch Haut und Lungen entfernte Wasser sanken auf die Zahlen der ersten Reihe herab.

4.

Fleisch, Milch mit Zucker, und Kaffeeabsud.

Versuchszeit: 12 Tage.

Datum 1859.	Gew. des Hunds in Gmm.	Fleisch in Gmm.	Milch in Gmm.	Zucker in Gmm.	Kaffeeabsud in c. c.	Harn in Gmm.	Spec. Gew. des Harns.	Harnstoff in Gmm.	Koth in Gmm.
6. April	29800	1000	303.7	36	450	1300	1032	80.640	270.8*)
7. „	29450	1000	303.7	36	450	995	1031	61.953	0
8. „	29650	1000	303.7	36	450	1173	1033	77.248	0
9. „	29750	1000	303.7	36	450	1209	1029	74.025	0
10. „	29920	1000	303.7	36	450	1282	1034	85.064	0
11. „	29810	1000	303.7	36	450	1087	1030	63.300	0
12. „	30090	1000	303.7	36	450	1229	1029	71.700	194.9**)
13. „	29950	1000	303.7	36	450	1517	1033	99.892	0
14. „	29730	1000	303.7	36	450	1289	1027	70.280	0
15. „	29760	1000	303.7	36	450	1374	1031	81.846	0
16. „	29690	1000	303.7	36	450	1259	1031	75.764	0
17. „	29780	1000	303.7	36	450	1370	1032	84.992	0***)
18. „	29690	12000	3644.4	432	5400	15084		926.704	465.7

*) 37.8906 Gmm bei 100° trocken = 12.0780 Gmm. = 31.87 % feste Theile

**) 24.6010 Gmm. bei 100° trocken = 8.2763 Gmm. = 33.64 % feste Theile.

***) Am 18. April wurde der Rest Koth von der vierten Reihe entleert; davon gaben

31.5080 Gmm. bei 100° trocken = 10.8175 Gmm. = 34.33 % feste Theile.

Der Hund nahm in der ganzen Reihe um 110 Gmm. an Gewicht ab; von den am 6. April entleerten 270.8 Gmm. Koth gehören aber 236.9 Gmm. auf die dritte Reihe und gehen vom Anfangsgewicht ab; am Schlusse waren noch 261.2 Gmm. Koth rückständig, die erst am 18. April entfernt wurden und vom Endgewicht abzuziehen sind; man erhält darnach eine Abnahme des Körpergewichts um 134 Gmm. In 12000 Gmm. Fleisch sind 408 Gmm. N; in 3644.4 Gmm. Milch sind 22.96 Gmm. N; im gesoffenen Kaffee sind 89.68 Gmm. feste Theile und 2.88 Gmm. N; also im Ganzen 433.84 Gmm. N eingenommen. In 926.704 Gmm. Ur sind 432.49 Gmm. N; in den hierher gehörigen 490.0 Gmm. Koth sind 166,02 Gmm. feste Theile und 9.88 Gmm. N; also im Ganzen 442.37 Gmm. N entleert und zwar 8.53 Gmm. N mehr als eingenommen; letztere sind in 251 Gmm. Fleisch enthalten, die der Hund noch von seinem Körper hergab und von denen er lebte. Da er aber statt um 251 Gmm. abzunehmen, nur um 134 Gmm. abnahm, so mussten 117 Gmm. Wasser angesetzt worden sein, die von dem im Kaffee gesoffenen Wasser in der Rechnung abzuziehen sind.

	Wasser.	Stickstoff.	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Sauerstoff.
Einnahmen.					
12251 Fleisch	9298.51	416.53	1533.82	211.94	630.93
3644.4 Milch	3173.54	22.96	256.93	40.45	123.91
432 Zucker	0	0	181.91	27.78	222.30
5448.6 Kaffee	5241.92	2.88	40.36	6.28	37.32
	17713.97	442.37	2013.02	286.45	1014.46
Ausgaben.					
15084 Harn	14015.00	432.49	185.34	61.72	247.15
490 Koth	323.98	9.88	72.12	10.74	32.09
6079.8 Haut u. Lungen	3374.99	0	1755.56	213.99	735.22

Berechnet man den Wasserstoff als Wasser und den Kohlenstoff als Kohlensäure, so werden 5300.9 Gmm. H und 6437.05 Gmm. CO_2 durch Haut und Lungen ausgeschieden. Die

735.22 Gmm. O brauchen zur Wasserbildung 91.90 Gmm. H, es bleiben also noch 122.09 Gmm. H und 1755.56 Gmm. C zu verbrennen, die 18.402924 Mill. Wärmeeinheiten geben.

Die Hauptrechnung ergiebt für die Menge der durch Haut und Lungen aus dem Körper entfernten Stoffe 6080 Gmm., die Controllrechnung 6085 Gmm.

Reduktion auf 24 Stunden:

a) Einnahmen:

1000	Gmm.	Fleisch
303.7	„	Milch
36	„	Zucker
454	„	Kaffee

Diese enthalten 323.7 Gmm. feste Theile (36.1 Gmm. N) und 1470 Gmm. HO.

b) Ausgaben:

Harn: 1257 Gmm. von 1031 spec. Gew. mit 1168 Gmm. HO und 77.22 Gmm. Ur (36.0 Gmm. N)

Koth: 40.8 Gmm. mit 13.8 Gmm. festen Theilen (0.8 Gmm. N) und 27.0 Gmm. HO.

Haut und Lungen: 978.1 Gmm. mit 441.7 Gmm. HO; vom H 160.5 Gmm.
536.4 Gmm. CO_2 = 146.3 Gmm. C.
472 Gmm. O von Aussen.

3) Resultate am Körper:

21 Gmm. Fleisch weg (0.7 Gmm. N)
10 Gmm. Wasser an.

Körpergewicht: 29.8 Klgmm.; Wärmeeinheiten 1.534 Mill.

Ich liess diese vierte Reihe mit Kaffeegenuss noch folgen, da es vorher zweifelhaft geblieben, ob der vermehrte Stickstoffumsatz in der zweiten Reihe nur der Zunahme des Körpers an Fleisch oder auch einer Kaffeeeinwirkung zuzuschreiben sei. Der Hund hatte in der zweiten und dritten Reihe an Fleisch abgenommen, so dass desswegen jetzt eher ein verminderter als ein vermehrter Umsatz in den stickstoffhaltigen Theilen eintreten sollte; wenn nun bei Darreichung von Kaffee eine Vermehrung stattfindet, so ist daran der Kaffee oder eine an-

dere unbekannte Ursache schuld. Es zeigte sich nun auch in dieser vierten Reihe gegenüber der dritten eine kleine Vermehrung des Umsatzes, wodurch es sicher erwiesen ist, dass der Kaffee die Harnstoffquantität nicht verringert, sondern (zum Theil durch seinen Stickstoffgehalt) eher vermehrt. Durch den Harn wird wie in der zweiten Reihe weniger Wasser und durch Haut und Lungen mehr Wasser ausgeschieden; wir sahen dem entsprechend auch in den Brodreihen, wo der Hund nach Belieben Wasser soff, bei Kaffeegenuss immer mehr Wasser in den Körper aufgenommen und durch Haut und Lungen entfernt werden, als ohne den Kaffeegenuss, so dass man eine Vermehrung der Wasserausscheidung durch Haut und Lungen wohl als eine Folge des Kaffee's ansehen kann. Es ist aber fraglich, ob dies warmes Wasser nicht auch thut, wenigstens sagt man allgemein, dass es die Transpiration vermehre. Ich weiss nicht, ob man mit dieser Beobachtung die Gewohnheit des Menschen mit der Tasse Kaffee ein Glas Wasser zu trinken in Einklang bringen kann. Im Koth befinden sich wieder mehr feste Theile und mehr Wasser, eine Erscheinung, welche man ebenfalls als eine Wirkung des Kaffee's betrachten muss; die Vermehrung der festen Theile rührt wahrscheinlich von den nicht resorbirten festen Theilen des Kaffeeabsudes her.

Ich stelle wieder zur leichtern Vergleichung die Resultate des Stickstoffumsatzes der vier Reihen dieses Abschnittes übersichtlich zusammen.

	N-Einnahme.	N. im Harn.	N im Koth.	Fleisch am Körper.
I. ohne Kaffee	35.9	35.0	0.5	+13
II. mit "	36.1	36.0	0.7	−16
III. ohne "	35.9	35.6	0.6	− 9
IV. mit "	36.1	36.0	0.8	−21

Es zeigt sich dadurch klar, dass in den beiden Kaffeereihen das meiste Fleisch und der meiste Harnstoff vom Körper hergegeben wird, es findet eher eine Vermehrung als eine Ver-

minderung des Stickstoffumsatzes statt. Es scheint zwar eine allmählige Steigerung dieses Umsatzes auch ohne den Kaffee vorhanden zu sein, weil in der dritten Reihe mehr Fleisch zersetzt wird als in der ersten, und in der vierten mehr als in der zweiten, jedoch fallen die höchsten Zahlen auf die beiden Kaffeereihen. Die Unterschiede sind aber so klein, dass ich keine weiteren Schlussfolgerungen ziehen will; ich erwähne nur nochmals, dass mir der Hund während der Kaffeereihen etwas lebhafter zu sein schien, d. h. er machte sich mehr Bewegung im Käfig und bellte häufiger.

Somit wäre das schöne Gebäude, das die meisten neueren Forscher über den Grund des Kaffeetrinkens aus der von ihnen angenommenen Wirkung des Kaffee's auf Verminderung der Harnstoffausscheidung aufbauten, zusammengestürzt, weil eben der Grund auf den sie bauten, nämlich die Harnstoffverminderung, ein hohler war.

Man hatte früher die Ansicht, der Kaffeeabsud wäre wegen seines Stickstoffgehaltes ein wahres Nahrungsmittel (Payen, Compt. rend. 1846 t. 22 et 23); später erst, als man darauf aufmerksam wurde, wie klein dieser Stickstoffgehalt ist, der noch dazu nicht in eiweissartigen Stoffen im Absud vorkommt, kam man von der Meinung ab, dass der Kaffee ähnlich wie Eiweiss als Ersatz eintreten könnte. Man wollte zudem noch die Umwandlung des Kaffein's, das im wässrigen Extrakt beinahe allen Stickstoff enthält, in Harnstoff gefunden haben; so beobachtete C. G. Lehmann (phys. Chemie Bd. I. S. 151) und auch Frerichs (Wagner's Hwbch. d. Phys. Bd. III. S. 672) eine Vermehrung des Harnstoffes nach Thein- oder Kaffeedarreichung. Liebig (die org. Chemie in ihrer Anwendung auf Phys. u. Path. 1842. S. 181 bis 192) glaubte einmal aus der Aehnlichkeit der Zusammensetzung des Kaffein's mit dem Taurin, ehe dessen Schwefelgehalt bekannt war, ersteres gleichsam für einen Lebernahrungsstoff halten zu dürfen, der zur Gallenbildung beitrage. Rochleder (Sitzungs-Berichte d. kaiserl. Acad. d. Wiss. Bd. II. 29. Nov. 1849. Hft 9 u. 10 S.

259—263 und die Genussmittel und Gewürze in chemischer Beziehung, 1852 S. 49—54) schloss aus dem Umstande, dass aus dem Kaffein durch Oxydation Produkte entstehen, homolog den Oxydationsprodukten im Körper, dass das Kaffein an der Ernährung Antheil nimmt, indem es vielleicht das Kreatin des Fleisches ersetzt; dadurch erkläre sich das Muskelzittern nach Kaffeegenuss, besonders das Herzklopfen, da das Herz am kreatinreichsten ist. (!!) Werden nun stickstoffarme Nahrungsmittel genossen, aus denen sich wenig Kreatin bilden könne, so könnten dann nach Rochleder die kaffeinhaltigen Substanzen den Mangel an Fleisch ersetzen. Dies ist natürlich unrichtig; Kreatin etc. sind Zersetzungsprodukte und von keiner weiteren Bedeutung im Muskel mehr, so wenig wie der Harnstoff; nicht eine Einführung von Kreatin, von Harnstoff etc. ist uns von Werth, sondern die Zersetzung von Eiweiss in diese Stoffe liefert verfügbare Kraft und nützt.

Darauf folgte schiesslich eine Reihe von Beobachtern, die eine Verminderung des Harnstoffs als Folge des Kaffeegenusses gesehen haben wollen und aus dieser Verminderung des Stoffwechsels den weitverbreiteten Verbrauch des Kaffee's ableiten.

Boecker (Beiträge zur Heilkunde 1849 S. 188) fand bei sich selbst ein Sinken der Harnstoffmenge von 32.5 Grm. auf 19.8 Grm., bei einem andern Manne von 22.3 Grm. auf 12.6 Grm. Boecker nahm beliebige einzelne Tage heraus, an denen er den Harn auffing und den Harnstoff bestimmte. Die Nahrung und die ganze Lebensweise war höchst verschieden; Bohnen, Kartoffeln, Schweinefleisch, Milchsuppen, Pfannkuchen, Wurst, Kohl, Rindfleisch, Rüben etc. wurden verzehrt, ihre Quantität aber nicht bestimmt; unterdessen wurde zu Hause gesessen, oder drei Stunden geritten, oder drei Stunden durch den Schnee gewatet. Es sind daher sicherlich die Bedingungen, unter denen sich sein Körper befand, die verschiedenartigsten gewesen. Ebenso ungewiss ist es, ob der Körper immer der nämliche blieb; denn es ist bei Boecker natürlich nicht die Rede davon den Stickstoffumsatz zu bestimmen, man weiss nicht, wieviel Stickstoff eingeführt und nicht wieviel ausgeführt worden. Da beim Menschen ausserdem noch zweifelhaft ist, ob immer

aller Stickstoff im Harn wieder erscheint, so bleibt die Verwerthung solcher Versuche stets problematisch. Es ist nicht möglich, wie ich schon oben auseinandergesetzt, Schlüsse aus Beobachtungen zu ziehen, bei denen das Beobachtungsobjekt möglicherweise ein anderes geworden ist, und bei denen es den wechselndsten Einwirkungen ausgesetzt war. Boecker könnte sagen, dass seine Beobachtungen Beweiskraft hätten, eben weil er so viel als möglich die Einflüsse variiren liess und doch stets viel weniger Harnstoff bei Kaffeegenuss ausgeschieden wurde; er müsste aber vor Allem beweisen, dass beim Menschen aller umgesetzte Stickstoff im Harn erhalten wird und beim Kaffeegenuss die geringere Harnstoffmenge nicht von einem stärkern Stickstoffdeficit im Harn herrühre. Ich setze jedoch in die Richtigkeit des Boecker'schen Resultats noch ausserdem Zweifel; es hat Niemand ausser Prof. Bischoff und ich einen Organismus unter so verschiedenartigen Ernährungsverhältnissen untersucht, niemals aber waren wir im Stande, wenn einmal eine bestimmte Menge eiweissartige Nahrung gereicht wurde, den Stoffumsatz durch irgend eine zugesetzte Substanz, z. B. Fett, Stärke, Zucker etc., so herabzudrücken, wie es Boecker vom Kaffee wahrgenommen hat; wäre dies wahr, so müsste er entweder bei Kaffeegenuss viel weniger gegessen, oder er müsste ganz ungemein an Fleisch zugenommen haben, was beides nicht angegeben ist. Zuletzt stehen dem Allen die Resultate meiner ausgedehnten Untersuchung entgegen.

Jul. Lehmann (Ann. d. Chem. u. Pharm. 1853. Bd. 87. Hft. 2. u. 3.) verfuhr ohne Zweifel genauer als sein Vorgänger, da er darauf Bedacht nahm, dieselbe Qualität und Quantität der Nahrung zu reichen. Aber auch hier wird an 2 Männern das Resultat erhalten, dass weniger Harnstoff bei Kaffeegenuss ausgeschieden werde; bei dem einen trat ein Sinken von 27.2 Gmm. Harnstoff auf 20.7 Gmm., beim andern von 31.3 Gmm. auf 21.9 Gmm. ein; Kaffein wirkte weniger als das empyreumatische Oel. Der Schluss ist wieder, Kaffee vermindere den Stoffwechsel, man brauche also um gleiche Effekte im Körper zu erzielen weniger Nahrung bei Kaffeegenuss als ohne diesen.

Aber auch Lehmann ist den Beweis schuldig geblieben, ob man beim Menschen aus der Harnstoffmenge geradezu auf den Stoffwechsel schliessen könne. Lehmann hätte ferner den gesammten Stickstoffkreislauf klar vorlegen sollen, er müsste wissen, ob der Körper Fleisch angesetzt oder abgegeben hat, d. h. ob die Nahrung zu reichlich oder zu gering war oder ob sie gerade den Körper auf seiner Zusammensetzung erhielt; denn darnach richtet sich vor Allem die Harnstoffquantität. Es ist auffallend, dass bei Lehmann's Untersuchungen die Wirkung des Kaffee's auf Verminderung des Harnstoffs erst nach 6 Tagen auftrat, nachdem vorher offenbar durch die zu reichliche Kost ohne Kaffeezusatz die Harnstoffmenge allmählig gestiegen war. Ein in den Körper gebrachter Stoff muss nach meiner Ansicht gleich seine Wirkung auf den Stoffwechsel entfalten, ich wüsste nicht warum er damit sechs Tage warten sollte, wenigstens sahen Prof. Bischoff und ich die Wirkung eines Nahrungsmittels auf den Stoffwechsel sich in 24 Stunden vollenden. Ich habe nicht die Absicht, Lehmann's Zahlen geradezu als falsch hinzustellen, ich glaube aber nicht, dass der Kaffee erst nach sechs Tagen eine Verminderung hat hervorbringen können, es muss hier etwas anderes bestimmend gewesen sein; ich möchte zum Beispiel darauf hinweisen, dass vielleicht durch die ziemlich starke Dosis Kaffee (aus 3 Loth Bohnen im Tag) die Resorptionsfähigkeit im Darm allmählig sich vermindert habe und, wie ich auch bei meinem Hunde sah, mehr Koth mit mehr Stickstoff während des Kaffeegenusses entleert worden sei; Lehmann hat den Koth leider gar nicht berücksichtigt. Ich müsste mit Zugrundelegung der Lehmann'schen Zahlen bei meinem Hund, der in der dritten Fleischreihe ohne Kaffee 917 Grmm. Harnstoff ausschied, in der vierten mit Kaffee nur 688 Grmm. gefunden haben, während 927 Grmm. wirklich erschienen. Die von Lehmann benützten Individuen hätten offenbar während der Kaffeereihe sehr an Fleisch zunehmen müssen; die nothwendige Folge wäre gewesen, dass sie nach und nach mehr Harnstoff hätten produciren müssen, was aber nicht eintrat. Es scheint mir dies ein Beweis mehr dafür, dass

sie während des starken Kaffeegenusses weniger resorbirten und desswegen die Harnstoffmenge geringer ausfiel.

Ein dritter Beobachter, Hammond, (Americ. Journ. of the Medic. Sciences, April 1856, pag. 330) nahm immer dieselbe Art und Menge Nahrung zu sich und fand in einer Normalreihe im Tag 67.1 Grains = 43.6 Gmm. Harnstoff, bei anhaltender geistiger Anstrengung 74.8 Grains = 48.6 Gmm., bei wenig geistiger Beschäftigung 58.7 Grains = 38.1 Gmm., bei Theegenuss 61.8 Grains = 40.2 Gmm., bei Kaffeegenuss 63.9 Grains = 41.5 Gmm. Der Unterschied bei Kaffeegenuss und der Normalreihe ist nur gering (2.1 Gmm. Harnstoff), so dass geistige Faulheit viel mehr von Einfluss wäre als der Kaffee. Sobald Hammond daher nicht genau dieselbe Lebensweise beobachtet hat, wie in der Normalreihe, ist das Resultat bei Kaffeegenuss nicht beweisend; übrigens glaube ich nicht, dass geistige Beschäftigung und willkührliche Bewegung bei gleicher Nahrung einen Unterschied in der Harnstoffmenge ausmachen, aus einem Grunde, den ich in der dritten Abhandlung anführen werde. Es gelten weiter auch hier dieselben Bedenken, die ich oben gegen Boecker und Lehmann namhaft gemacht habe. Ich setze überhaupt in die Glaubwürdigkeit der Hammond'schen Angaben die stärksten Zweifel.

Zuletzt hat F. Hoppe einen Aufsatz über die Verwendung des Kaffeins (Sitz.-Ber. d. Ges. f. wiss. Medicin in Berlin, 15. Dez. 1856, in deutsch. Klinik 9. Mai 1857, Nr. 19) veröffentlicht. Er gab einem Hund von 3600 Gmm. Gewicht zuerst 9 Tage lang täglich 100c. c. Kuhmilch und 250 Gmm. Rindfleisch, welche 18.4 Gmm. Harnstoff im Tag erzeugten; nun reichte er 6 Tage lang die nämliche Kost und dazu täglich 0.2 Gmm. Kaffein, worauf sich die Harnstoffmenge auf 17.1 Gmm. verminderte; darnach endlich 4 Tage lang wieder 100c. c. Milch und 250 Gmm. Fleisch ohne Kaffein, aber die Harnstoffmenge nahm abermals ab und zwar betrug sie 16.89 Gmm. Der Hund hatte während der 19 Tage um 100 Gmm. an Gewicht verloren. Hoppe schliesst aus diesen Ergebnissen, dass Kaffein die Harnstoffmenge nicht oder nur sehr unbedeutend vermindere. Wenn

ich die Stickstoffeinnahme und Ausgabe berechne, so zeigt sich eine Einnahme von 10.3 Gmm. Stickstoff und eine Ausgabe im Harnstoff der ersten Reihe von 8.6 Gmm.; wenn daher das Thier nicht sehr viel Stickstoff im Koth entfernt hat, oder Stickstoff in anderer Form weggegangen ist, so hätte es Fleisch angesetzt und hätte demnach mehr Stickstoff in der zweiten Reihe ausscheiden müssen als in der ersten. Es wäre also die Verminderung des Harnstoffs ganz ansehnlich gewesen, weil der Hund eigentlich mehr Stickstoff hätte entfernen sollen und doch weniger zum Vorschein kam. Dies setzt aber voraus, dass aller Stickstoff im Harnstoff wieder erscheint, was Hoppe nicht nachgewiesen hat. Da der Hund Hoppe's auch in der dritten Reihe weniger Harnstoff ausschied, so scheint es, dass Stickstoff verloren gegangen, denn ohnedies hätte, wie gesagt, sich eine allmählige Vermehrung des Harnstoffs finden müssen. Es sind desshalb keine Schlussfolgerungen für den Stoffwechsel der stickstoffhaltigen Gebilde aus Hoppe's Untersuchungen zu machen und auch durch sie noch nicht entschieden worden, ob der Kaffee einen Einfluss auf den Stoffwechsel habe oder nicht.

Die meisten Beobachter schliessen aus der von ihnen angenommenen Verminderung der Harnstoffausscheidung auf eine Verlangsamung des Stoffwechsels und folgern, dass der Kaffee getrunken werde, um stickstoffhaltige Nahrung zu ersparen oder mit derselben Menge stickstoffhaltiger Nahrung mehr für den Körper zu leisten. Wie aber eine Verlangsamung des Stoffwechsels durch den Kaffee zu Stande kommen könne, darüber machen sie sich meist gar keine Vorstellung. Bei Knapp (wissenschaftl. Vorträge zu München, 1858, S. 610) allein finde ich eine Hypothese; sie ist aber etwas gezwungen und fällt natürlich zusammen, weil das, was sie erklären will, nicht richtig ist. Wenn ich Knapp recht verstehe, so meint er, es werde für gewöhnlich die Kraft rascher producirt als man sie für die Arbeit verwenden kann, der Kaffee habe aber die Wirkung, diesen sonst verloren gehenden Theil Kraft noch zu gewinnen, dadurch dass nun die Zersetzung langsamer vor sich

geht; es brauchten dann nicht so viel Kraft liefernde Stoffe zersetzt zu werden. Würde auch weniger Harnstoff nach Kaffeegenuss erzeugt, so könnte ich doch nicht mit dieser Hypothese einverstanden sein, aus Gründen, die durch meine dritte Abhandlung erst einleuchtend werden. Es wird der Stoff aus bestimmten inneren Ursachen zersetzt, die übertragbar gewordene Kraft ist nur eine zufällige Folge der Zersetzung und nicht das primum movens derselben; es kann desswegen ein Ausreichen der Kraft für gewisse Funktionen nicht zum Grund eines geringern Maasses von Zersetzung werden. Der Kaffee müsste auf die Ursachen der Zersetzung einwirken, um hemmend auf sie zu influiren.

Wenn aber auch der Kaffee wirklich die merkwürdige Eigenschaft gehabt hätte den Stoffwechsel zu verlangsamen, so hätte ich noch immer widerstritten, dass er um desswillen so häufig getrunken werde. Wir sehen wohl bei der armen Bevölkerung den Kaffeegenuss eingeführt, jedoch auch bei den wohlhabendsten Klassen. Den Schluss der luxuriösen Diner's der Reichen bildet eine Tasse starken Kaffee's; in Familien, welche nicht auf einige Kreuzer Ersparung zu sehen haben, wird als Frühstück und häufig nach Tische Kaffee genommen; ja man kann sagen die eigentlichen Kaffeeschwestern sind nicht unter den armen, sondern in beglückteren Ständen zu suchen. Im Gegensatz dazu ist der Arme meist auf schlechte Sorten Kaffee angewiesen und er trinkt ihn schwach oder gar Surrogate desselben; dem Wohlhabenden stehen die besten Sorten zur Verfügung, es müsste also bei ihm die Wirkung grösser ausfallen und er mehr Nahrung ersparen. Ich glaube nicht, dass bei reichen Leuten und nach üppigen Mahlzeiten der Kaffee auf den Tisch kommt um Stickstoffumsatz und Geld zu ersparen. Wir wären daher dahin gelangt eine zweifache Wirkung des Kaffeeabsuds aufstellen zu müssen; der Dürftige würde ihn geniessen, da er auf ein Paar Kreuzer mehr oder weniger zu sehen hat, aus einem ganz andern Grund der Reiche, der bei einer Tasse feinsten Mokkä's den Wolken seiner Havannacigarre nachschaut. Es ist von vorn herein nicht wahrscheinlich, dass ein Theil der

Menschheit den Kaffee einer andern Wirkung wegen bei sich eingeführt hätte als der übrige Theil, es ist vielmehr kaum anders denkbar als dass beide ihn derselben Ursachen halber aufgesucht haben. Meine Resultate zeigen nun auch die Unwahrheit der Ansicht einer Verminderung des Stoffwechsels durch den Kaffee, indem sie nachweisen, dass er am Ernährungsprocess keinen Antheil habe; somit wird wohl nichts anderes übrig bleiben als diesem Getränke irgend einen Einfluss auf das Nervensystem zuzuschreiben und darin den Grund zu suchen, warum Reich und Arm sich desselben bedienen. —

Wir müssen daher schliesslich noch fragen, welche allgemeine Erscheinungen der Kaffee oder auch dessen hauptsächlich wirkender Bestandtheil, das Kaffein, im Organismus hervorruft.

Nach Frerichs (Hwbch d. Phys. Bd. 3. S. 721) wirkt der Kaffee erregend auf das Nervensystem und durch dieses auf die verschiedenen funktionellen Thätigkeiten des Organismus, hauptsächlich durch seinen Gehalt an Kaffein. Als er 25 Gran (1.5 Gmm.) Kaffein nahm, wurde nach Verlauf einer Viertelstunde der Puls voll und hart, die Frequenz desselben stieg von 70 auf 80 Schläge in der Minute, der Kopf wurde schwer und eingenommen, er fühlte Sausen vor den Ohren und leichten Schwindel. Die grosse Unruhe und Aufregung machte das Festhalten einer Idee unmöglich. Als nach einer Stunde Erbrechen erfolgte, liessen die Erscheinungen allmählig nach.

C. G. Lehmann bemerkte nach dem Genusse von 10 Gran (0.6 Gmm.) Thein keine bemerkbare Wirkung; bei fünf seiner Schüler jedoch brachte eine Dosis von 5—10 Gran (0.3—0.6 Gmm.) eine sehr starke Aufregung des Gefäss- und Nervensystems hervor, nämlich Herzklopfen, frequenten unregelmässigen Puls, Brustbeklemmung, Kopfschmerzen, Umneblung der Sinne, Ohrensausen, Funkensehen, Schlaflosigkeit, Erektionen, Deliriren.

Jul. Lehmann giebt an, dass sich nach dem Genuss von Kaffeeabsud aus 6 Loth Bohnen (höchstens 1.6 Gmm. Kaffein enthaltend) vermehrte Herzthätigkeit, Aufgeregtheit, Schweiss, Angst, Schwindel etc. eingestellt habe, welchen Symptomen ein unruhiger Schlaf folgte. 4 Gran Kaffein hatten keine Wirkung,

8 Gran (0.5 Gmm.) brachten eine grössere Pulsfrequenz, Zittern und Drang zum Uriniren hervor; zugleich wurde die Phantasie erregt, es traten Visionen und Gedankenverwirrung ein.

F. Hoppe sah beim Hunde auf 0.2 Gmm. Kaffein keine Aenderungen; auf 0.4 Gmm. Kaffein erfolgte Unruhe und Zittern.

J. F. H. Albers (deutsche Klinik Nro. 51, 18. Dez. 1852 S. 577) brachte einem Frosche 1 Gran citronensaures Thein, einem andern etwas über 1 Gran citronensaures Kaffein unter die Haut des Schenkels und sah, dass der erste nach 25 Minuten, der zweite nach fünfzehn Stunden von dem vergifteten Schenkel aus über den ganzen Körper allmählig steif wurde; der Starrkrampf währte beim ersten 2 Stunden lang. Auch das Herz war in beiden Fällen steif, hart und blass, bewegte sich aber beim Stechen mit einer Nadel. Die übrigen Muskeln zuckten noch durch den elektrischen Strom, jedoch die Muskeln des Schenkels, an dem das Gift applicirt worden, viel schwächer. Bei einem Kaninchen, dem er zuerst 2 Gran, dann nach ½ Stunde 2.5 Gran citronensaures Kaffein unter die Haut des Schenkels und Rückens gebracht, nahm er nur eine geringere Beweglichkeit, Zittern und beschleunigtes Athmen wahr. Das Resultat war, dass das Alkaloid bei Fröschen einen entwickeltern und andauernderen Tetanus mache als selbst Strychnin, dass es aber aufs Herz anders wirke als Strychnin oder Coniin, die bekanntlich keinen Einfluss auf dessen Bewegung haben.

Schon vorher hatte Cogswell eine Beobachtung mit Kaffein gemacht; ein Frosch, dem 1 Gran davon in den Mund gebracht worden, bekam nach 12 Minuten Convulsionen, nach 1 Stunde gab er kein Lebenszeichen mehr von sich, der Körper wurde ganz steif und das Blut stockte in den Gefässen der hinteren Gliedmassen.

J. Hoppe (Nervenwirkungen der Arzneimittel, therapeutisch-physiolog. Arbeiten, Hft. 3) liess Kaffein auf abgetrennte Theile von Fröschen oder Kaninchen einwirken. Er sah, dass es zuerst die Herzthätigkeit verstärkt, dann schwächt; es erweitert nach ihm die Pupille, dilatirt die Gefässe beim Kanin-

chen, verlangsamt die Flimmerbewegung und hat Einfluss auf Darm und Muskel; es soll ferner an den Muskeln des lebenden Frosches Entzündung machen und am Auge Erweiterung der kleinen Gefässe. Kaffein oder der Kaffee ist daher nach J. Hoppe ein Impulsmittel für alle Nerven, vorzüglich für die Muskel- und Gefässnerven; durch Anregung der Gefässthätigkeit befördere es die Ernährung und belebe den Muskel.

Stuhlmann und Falck (Arch. f. pathol. Anat. 1857. XI. S. 324) haben an verschiedenen Thieren 38 Versuche mit Kaffein gemacht. Sie fanden, dass es in verhältnissmässig kleinen Dosen und kurzer Zeit tödtlich wirkt. Katzen oder Hunde, denen sie 0.5—2.5 Gmm. davon unter die Haut oder in den Darm oder in's Venenblut brachten, starben meist in wenigen Minuten, bei kleinerer Dosis in mehreren Stunden. Kaninchen wurden durch 0.3—0.5 Gmm. vom Rektum oder der Haut aus in 1—2 Stunden getödtet. Vögel giengen durch 0.1—0.5 Gmm. Kaffein in 1—3 Stunden zu Grunde, Amphibien durch $^{1}/_{20}$ Gmm. in 6 und mehr Stunden, Fische von den Kiemen aus in einigen Minuten. An den vergifteten Thieren war nichts Auffallendes wahrzunehmen; die Muskeln waren bald blutreich, bald blutleer; Nieren und Leber waren sehr blutreich, Herz und grosse Gefässe mit dunklem Blut erfüllt. Nach den Vergiftungserscheinungen blieb kein Zweifel, dass das Kaffein ein Nervengift ist und Lähmung herbeiführt. So trat bei Fischen nach kleinen Dosen Aufregung, heftigere Bewegungen, dann Zuckungen und endlich Paralyse ein; Frösche zeigten tonische und tetanische Krämpfe, zuletzt auch Anästhesie und Paralyse; Tauben bekamen Würgen, Erbrechen, Entleerung von flüssigem Koth, tonische und klonische Krämpfe, Störungen der Respiration und Circulation; bei Katzen wurden nach Injection des Giftes oder auch nach Einwirkung desselben von der Haut und dem Darm aus Speichelfluss, Koth- und Harnabgang, Starrkrämpfe, Cirkulations- und Respirationsstörungen, Erweiterung der Pupille etc. beobachtet; dieselben Symptome zeigten sich beim Kaninchen. Auch ein kleiner Hund gieng durch $^{1}/_{2}$ Gmm. Kaffein unter intensivem Tetanus zu Grunde; grössere Hunde waren damit nicht zu

erlegen. Das Kaffein übte ausserdem einen grossen Einfluss auf's Herz und die Gefässe aus; die Herzen von Fröschen kamen bald zum Stillstand, nachdem eine auffallende Retardation ihrer Schläge vorher eingetreten war.

Ich kann zu diesen lehrreichen Vergiftungsversuchen von Stuhlmann und Falck nichts weiter hinzufügen; ich habe nur einmal einem kleinen Hunde 0.5 Gmm. Kaffein in wässriger Lösung in die Jugularvene eingespritzt, worauf er unter den heftigsten tetanischen Krämpfen nach ½ Minute zu Grunde gieng.

Nachdem wir aber mit der verschiedenen Wirkung der einzelnen giftigen Alkaloide auf das Nervensystem bekannt geworden sind, war es nicht unwichtig zuzusehen, ob das Kaffein ähnliche Folgen habe und welcher Gruppe jener Gifte es sich in dieser Beziehung anreihe, um vielleicht daraus Schlüsse zu ziehen für die allgemeine Verbreitung des Genusses desselben. Als Objekt für diese Beobachtungen wurde ausschliesslich das dazu tauglichste, der Frosch, benützt; ich unterband in den ersten vier Versuchen den dazu verwendeten Fröschen, nach Aufhebung des Kreuzbeins, auf der rechten Seite die zur untern Extremität gehenden Gefässe und zwar hoch oben nahe an der Theilung, und durchschnitt links die entsprechenden Nerven; nachdem diess geschehen, wurden sie vom Magen aus durch Eingiessen einiger Tropfen einer gesättigten wässrigen Kaffeeinlösung vergiftet.

Versuch Nro. 1. — 8′ 22″ Eingiessen des Giftes; um 8′ 34″ trat zum ersten Male bei Berührung des Rückens krampfhafte Streckung der rechten untern Extremität ein, die linke blieb natürlich ruhig liegen. Wenn man zu dieser Zeit das rechte Bein aufhob und fallen liess, so zuckte es, während Klopfen auf die Wirbelsäule nicht allemal Krämpfe hervorrief. Später jedoch, um 8′ 41″, geräth das Thier bei jeder Berührung des Körpers in andauernden heftigen Tetanus; die Pupille ist sehr erweitert. Um 8′ 45″ kann man kein Lebenszeichen mehr entdecken; es entsteht auch bei starkem Klopfen auf den Rücken

oder Kneipen der Haut kein Tetanus mehr, nur wenn man den Frosch aufhebt und platt hinfallen lässt, zuckt noch um 9′ 11″ die rechte untere Extremität. Um 9′ 25″ fand ich den linken nervus ischiadicus auf elektrischen Reiz noch stark erregbar, bei Reizung des rechten erfolgte nur mehr eine sehr schwache Muskelzuckung; das Gleiche um 10′ 15″. Die Muskeln direkt gereizt, machten auf beiden Seiten starke Zusammenziehungen. Um 9′ 25″ schlug das Herz noch ganz regelmässig, aber um 10′ 40″ nur in längern Pausen, mühselig und beinahe ausschliesslich die Vorhöfe.

Versuch Nro. 2. — Eingiessen 9′. Die ersten tetanischen Erscheinungen 9′ 10″; etwas später kamen äusserst heftige Krämpfe, in Folge deren der Frosch ganz steif und starr wird. Noch einen Tag nachher lag das Thier wie ein Stück Holz da, die Muskeln sehr angeschwollen und prall, so dass man glaubte sie müssten die darüber liegende Haut zerreissen; auch der ausgeschnittene gastrocnemius behielt über Nacht seine Steifheit. Um 10′ 30″ zuckt bei Reizung nichts mehr am Körper und der Frosch ist gewiss todt. Bei mechanischer Verletzung des vorher durchschnittenen linken nerv. ischiadicus zuckt die entsprechende Extremität stark, ebenso bei elektrischer Reizung und zwar noch um 11′; an der rechten Seite ist vom Nerven aus keine Spur einer Zuckung mehr zu erhalten. Reizt man den musc. gastrocnemius direkt mittelst des elektrischen Stroms, so kann man links noch eine starke Zusammenziehung wahrnehmen, rechts keine mehr. Das Herz schlug um 10′ 30″ noch langsam fort, aber nicht rhytmisch, woraus ersichtlich ist, dass das Gift irgend eine Einwirkung auf die Herzfunktion hat.

Versuch Nro. 3. — Eingiessen 10′ 4″. Erstes Eintreten der Reflexbewegungen 10′ 8″; 10′ 10″ spontaner Tetanus. Um 11′ 4″ konnten keine Reflexerscheinungen auf äussern Reiz mehr wahrgenommen werden, der Frosch lag regungslos da. Die Durchschneidung des rechten nerv. ischiadicus brachte nur eine schwache Zuckung des musc. gastrocnemius hervor, ebenso die elektrische Reizung des Nerven oder des Muskels direkt.

Beim Durchschneiden des linken Nerven, bei elektrischer Reizung desselben oder des Muskels erhielt man dagegen eine sehr starke Zuckung. Man ist nach der Angabe von Harless (Abhandl. d. k. b. Akademie Bd. 8. Abth. 2; zweite Abhandlung S. 8) im Stande die Froschnerven bis zu den Theilungen der Primitivfasern aus dem Muskel herauszuziehen; auch nach dieser Manipulation erhielt ich bei direkter Einwirkung des unterbrochenen elektrischen Stroms auf den Muskel rechts nur eine sehr schwache momentane Zuckung, links eine ungemein kräftige continuirliche Zusammenziehung. Um 11′ 4″ schlägt das Herz noch, aber langsam; zuerst contrahiren sich die Vorhöfe, dann nach längerer Pause erst die Kammern.

Versuch Nro. 4. — 8′ 21″ Eingiessen von viel Kaffeinlösung; 8′ 23″ wird der Frosch sehr erregbar und die Pupille weit; 8′ 34″ erster Tetanus, wenn man das Thier aufhebt und niederfallen lässt; 8′ 38″ Zittern der einzelnen Bündel an den Muskeln des rechten Beins, darauf tetanisches Strecken; 8′ 39″ allgemeiner starker Tetanus. Bei jeder Berührung des Rückens tritt eine Streckung des rechten Beins mit nachfolgender Erschlaffung ein. Um 9′ 12″ ist der Frosch todt; der ganze Körper ist starr geworden, nur das rechte Bein zeigt noch leichte Beweglichkeit; die äussere Haut ist wie bei allen mit Kaffein vergifteten Fröschen injicirt und rosaroth anzusehen. Beide nervi ischiadici waren noch erregbar, der linke aber bei weitem mehr als der rechte. Es ist denkbar, dass Nerv und Muskel rechts aufhören funktionsfähig zu sein, weil auf dieser Seite die Gefässe unterbunden sind und desshalb das Ernährungsmaterial in Folge der starken Leistungen ausgehen könnte. Daher sollen in einem der nächsten Versuche (Nro. 6) die Gefässe rechts nicht unterbunden werden; geht auch dann die Erregbarkeit verloren, so muss die Erschöpfung des Nerven oder des Muskels aus einem andern Grunde eingetreten sein. Um 9′ 22″ macht das Herz zwar Contraktionen, aber unregelmässige; der rechte und linke Vorhof ziehen sich nämlich noch zusammen, jedoch nicht in einem Tempo, sondern hinter einander, die Kammern stehen still; nach dem Herausnehmen des Herzens hörten auch die Vorhöfe zu

schlagen auf. Nach Durchschneidung an der Atrioventrikulargrenze kamen weder Vorhöfe noch Kammern wieder in Bewegung; bei direkter Reizung erfolgte aber eine Zusammenziehung der Kammern.

Versuch Nro. 5. — Links die Gefässe unterbunden, rechts der Nerv durchschnitten. Nach dem Tetanus war die rechte untere Extremität steifer als die linke, und die Gefässe derselben stark angefüllt. Bei Durchschneidung und Reizung der Nerven zeigt sich rechts die Erregbarkeit wieder grösser als links, aber nicht so auffallend wie in mehreren der frühern Experimente. Das Herz stand zu dieser Zeit schon still.

Versuch Nro. 6. — In diesem Falle wurde links der Nerv durchschnitten, aber rechts alles unberührt gelassen. Um 9′ viel Kaffeinlösung eingegossen; 9′ 7″ beim Hinwerfen des Froschs die ersten Zuckungen; 9′ 11″ bei Berührung tetanische Krämpfe und spontane Zuckungen einzelner Muskelbündel, etwas später sehr starker allgemeiner Tetanus. Die Haut wurde dunkler als vor der Vergiftung und zart geröthet, was besonders an der helleren Bauchseite bemerklich war. Auf der linken Seite, wo der Nerv durchschnitten worden, ist der Fuss sehr steif, weniger auf der rechten Seite, an der die Muskeln durch die Krämpfe in Bewegung erhalten wurden. Bei Durchschneidung und Reizung des linken nervus ischiadicus starke Zuckung, bei derselben Behandlung des rechten keine Spur von Zuckung mehr; es ist also das Aufhören der Erregbarkeit der Nerven und Muskeln rechts nicht durch Mangel an Ernährungsmaterial in Folge der Unterbindung der Gefässe veranlasst, da letztere hier nicht unterbunden waren. Das Herz war sehr mit Blut angefüllt und schlug um 10′ 40″ nicht mehr, bei direkter Reizung contrahirte es sich noch.

Versuch Nro. 7. — Ich durchschnitt in diesem Versuche dem Frosche die Nerven der unteren Extremitäten beider Seiten und unterband linkerseits die Gefässe. Um 11′ wurde wässrige Kaffeeinlösung in den Schlund gegossen, die zum linken Bein wegen der Absperrung der Gefässe nicht vordringen konnte, jedoch zum rechten; an den untern Extremi-

täten trat natürlich wegen der Nervendurchschneidung kein Tetanus ein. Um 1′ 30″ wurden beide Nerven auf ihre Reizbarkeit geprüft; auf der linken Seite fällt die Zuckung ungleich stärker aus als rechts, sowohl vom Nerven aus als auch bei direkter Muskelreizung, um 2′ 55″ war der Unterschied noch deutlich, aber beide Nerven noch erregbar. Die unteren Extremitäten schienen gleich beweglich. Das Herz steht um 2′ 50″ schon still und ist sehr mit Blut gefüllt.

Dieses Experiment lehrt uns, dass das Gift auch direkt auf den Nerven einwirkt, denn der nicht mit dem Gift in Berührung gekommene Nerv ist reizbarer als der andere. Die Reizbarkeit wird in diesem Falle nicht ganz aufgehoben, wie es durch den Tetanus geschieht d. h. ein anhaltender Tetanus zerstört den Nerven rascher als der Contakt des Giftes. Das Herz ist daher schon gelähmt, während die durchschnittenen Nerven noch reizbar sind.

Versuch Nr. 8. — Die Anordnung ist die nämliche wie in Nr. 7. Der Tetanus ist an dem übrigen Körper sehr stark, an den untern Extremitäten fehlt er. Dennoch war nach einiger Zeit die rechte untere Extremität ungemein steif und voluminös, die linke dagegen wie gewöhnlich beweglich. Man konnte nun rechts beim Durchschneiden des Nerven nur mehr eine Spur einer Zuckung wahrnehmen, links war sie ganz deutlich; bei elektrischem Reiz ist die Zuckung rechts kaum sichtbar, links tritt eine sehr starke Contraktion der Muskeln ein. Ebenso verschieden verhalten sich die Muskeln beider Seiten; ich beobachtete auch, dass man, um direkt vom Muskel aus eben eine Wirkung zu erhalten, die secundäre Rolle des Du Bois'schen Schlittens weiter hineinschieben, also den Strom stärker machen musste als bei Reizung vom Nerven aus. Auch diesmal schlug das mit Blut sehr angefüllte Herz nicht mehr; es zieht sich bei direktem Reiz noch zusammen. Das Anschwellen und Steifwerden der Beine kann, wie dieser Versuch am besten lehrt, nicht von dem Krampf herrühren, da hier gar keiner stattfand; es muss durch ein Exsudat aus den Gefässen hervorgerufen sein, weil die Steifigkeit bei unterbundenen Gefässen ausbleibt,

worauf schon einige der früheren Versuche hinwiesen. Die übrigen Resultate sind die gleichen wie in Versuch Nro. 7.

Um die Wirkung des Kaffein's auf die Herzbewegungen noch näher kennen zu lernen, legte ich mehreren lebenden Fröschen das Herz blos, und zählte die Zahl der Zusammenziehungen desselben in der Minute. Ich vergiftete sie darauf durch Eingiessen von Kaffeinlösung in die Mundhöhle und beobachtete die Veränderungen in den Herzcontraktionen; hier wurden weder Gefässe unterbunden noch Nerven durchschnitten.

Versuch Nro. 9. —

Herzschläge in der Minute:	
76	vor der Vergiftung,
75	" " "
82	nach der Vergiftung,
74	erste Zuckungen,
72	Zuckung,
68	Zuckung,
64	starker Tetanus; Stillstehen des Herzens in Diastole während des Tetanus bei starker Anfüllung mit Blut; dann wieder langsames Anfangen der Bewegungen.
66	Frosch todt und steif,
54	unregelmässige Herzcontraktionen,
58	Zusammenziehungen des Herzens sehr unregelmässig mit ungleich langen Pausen; Thier ganz starr;
22	sehr langsame Contraktionen mit langen Pausen; Thier noch starr.

Die Muskeln sind ungemein steif und starr; sie sind dabei viel voluminöser und lassen in ihrer Substanz kleine Blutergüsse erkennen. Die musc. gastrocnemii zucken auf beiden Seiten nicht mehr, weder bei Reizung der Nerven noch der Muskeln direkt; man erhält auch durch den stärksten unterbrochenen elektrischen Strom keine Zuckungen mehr.

Versuch Nro. 10. —

Zeit.	Herzschläge in der Minute.	
10′ 5″	80	vor der Vergiftung,
10′ 6″	80	„ „ „
10′ 10″	76	nach der Vergiftung,
10′ 11″	82	
10′ 12″	82	
10′ 13″	76	
10′ 14″	78	
10′ 15″	78	erste Zuckungen,
10′ 17″	72	Tetanus; das Herz steht während des Tetanus still und schlägt nach dem Aufhören desselben weiter;
10′ 21″	74	
10′ 27″	0	sehr heftiger Tetanus, bei dem das Herz still steht;
10′ 50″	18	
10′ 51″	17	
11′ 9″	8	
11′ 40″		das Herz macht nur noch sehr schwache Bewegungen in langen Pausen.

Die Haut der unteren Körperseite ist durch die gefüllten Gefässe rosaroth. Die Muskeln sind wieder ganz steif; vom Nerv aus sind sie nicht mehr erregbar, jedoch findet bei direkter Applikation des elektrischen Stroms noch eine schwache Contraktion statt.

Versuch Nro. 11. —

Zeit.	Herzschläge in der Minute.	
11′ 20″	88	vor der Vergiftung,
11′ 21″	86	„ „ „
11′ 27″	94	nach der Vergiftung.
11′ 28″	90	
11′ 29″	84	
11′ 31″	76	erste Zuckungen bei Berührung

Zeit.	Herzschläge in der Minute:	
11′ 37″	0	heftiger Tetanus; dabei plötzlich starke Anfüllung des Herzens mit Blut und Stillstand desselben in Diastole; gleich nach Aufhören des Krampfes wieder Anfang der Zusammenziehungen.
11′ 38″	60	
11′ 45″	46	
11′ 51″	40	
12′ 48″	18	

Nach dem starken allgemeinen Tetanus ist, wenn auch Tetanus durch Klopfen auf den Rücken des Frosches hervorgerufen wird, letzterer doch nicht mehr im Stande das Herz zum völligen Stillstand zu bringen, es füllt sich nur mit Blut und contrahirt sich langsamer. —

Nach diesen Vergiftungsversuchen ist die Wirkung des Kaffeins auf das Nervensystem zum grössten Theile ähnlich der des Strychnins. Es tritt schon bald nach der Applikation des Gifts, meist nach 2—10 Minuten, eine erhöhte Erregbarkeit, Geneigtheit zu Reflexbewegungen, und spontaner oder durch Reize hervorgerufener Tetanus ein; häufig sieht man auch zwischen den tetanischen Krämpfen Erzitterungen einzelner Muskelbündel, so dass die ganze Extremität in wellenförmiger Bewegung erscheint. Bald darauf macht der Tetanus einer Lähmung Platz.

Das Kaffein wirkt zuerst und vorzüglich auf die Centralorgane des Nervensystems, durch dessen erhöhte Erregbarkeit die tetanischen Krämpfe erscheinen; es lässt aber die Stämme der Nerven und die Muskeln nicht ganz intakt, denn diese sterben, wenn sie mit dem Gift bespült werden, früher ab; die Centralorgane werden jedoch viel eher alterirt und gelähmt, da der mit dem Gift in Berührung gekommene durchschnittene Nerv und in diesem Falle auch der Muskel noch lange nach dem Tode des Thieres erregbar bleibt. Ist der Nerv dagegen nicht durchschnitten und die Blutgefässe unterbunden, so treten, ob-

wohl das Gift den Nerven und Muskel nicht trifft, durch die Wirkung auf die Centralorgane heftige Muskelkrämpfe auf, und Nerv und Muskel werden bald in Folge des anhaltenden Tetanus erschöpft, viel früher als wenn sie das Gift getroffen, der Krampf aber wegen der Nervendurchschneidung verschont hätte. Ganz die gleichen Symptome ruft bekanntlich das Strychnin hervor. Die Erschöpfung im letztern Fall ist nicht aus Mangel an Ernährungsmaterial hervorgerufen, denn sie kommt auch, wenn man die Gefässe nicht unterbindet.

Die Pupille erweitert sich nach Beibringung von Kaffein sehr stark.

Eigenthümlich ist der Einfluss dieses Alkaloids auf das Gefässsystem. Die Gefässe dehnen sich aus d. h. es tritt eine Lähmung der Gefässmuskeln ein; auch die Capillaren sind mit Blut angefüllt, wodurch die ganze Haut rosaroth gefärbt erscheint. Die Muskeln sind meist ungemein fest und viel dicker als normal, nur nicht an den Theilen mit abgebundenen Gefässen; die Muskeln wurden dicker auch wenn die Nerven durchschnitten und keine Krämpfe eingetreten waren. Trotz dieser scheinbar grossen Veränderung sind gerade die starren Muskeln in der ersten Zeit auf direkte Reizung noch erregbar, die weicheren auf der Seite, wo die Gefässe unterbunden und die Krämpfe eingetreten waren, sind nicht mehr erregbar. Ich leite daher die Anschwellung derselben nicht von einer Veränderung des Muskelfleisches durch das Gift, sondern von der Ausdehnung der Gefässe ab, die wie an der äussern Haut so auch am Muskel stattfand, und einer daraus hervorgehenden Transudation von Flüssigkeit; einmal waren selbst, wie im Versuch 9 angegeben, in die Substanz des Muskels kleine Extravasate eingestreut. Die Steifigkeit dauerte Tage lang fort, obwohl die Erregbarkeit schon längst verschwunden war.

Das Herz schlägt zwar längere Zeit, 2 — 3 Stunden, nach dem Tode des Thieres fort, jedoch ist das Kaffein jedenfalls von grossem Einfluss auf dasselbe. In der ersten Zeit nach der Vergiftung vermehren sich die Herzschläge etwas, sie werden aber dann sehr bald weniger zahlreich und im Rhytmus

derselben treten Störungen ein, indem vorzüglich nur die Vorkammern fortschlagen; direkte mechanische Reizung des zuletzt stillstehenden Herzens macht noch eine Contraktion, während die übrigen quergestreiften Muskeln nach der Erschöpfung durch den Tetanus auf direkte elektrische Reizung unempfindlich sind. Diese Wirkung auf das Herz kommt dem Strychnin, Opium, Coniin, Curare, Nicotin wie bekannt nicht zu und unterscheidet so das Kaffein von ihnen; in allen andern Symptomen verhält sich die Kaffeinvergiftung wie die mit Strychnin, nur in dem Einfluss auf die Herzbewegung weicht sie davon ab und schliesst sich der mit Veratrin, Blausäure oder Upas Antiar an. Da das Herz still steht, wenn die übrigen motorischen Nerven durch den Tetanus erschöpft sind, so zeigt uns dies, dass das Kaffein nicht nur auf den Vagus, sondern auch auf die Centralorgane der Bewegung im Herzen lähmend wirkt. Sehr merkwürdig ist das Stillstehen des Herzens während des Tetanus; ich weiss nicht, ob diese Beobachtung schon gemacht worden ist. Ein auf die Nerven wirkender unterbrochener elektrischer Strom oder ein chemischer Reiz macht Tetanus in den willkührlich beweglichen Muskeln und bringt das Herz zum Stillstand; das Kaffein hat dieselbe Wirkung von den Centralorganen aus, indem es ebenfalls tetanische Muskelkrämpfe und momentanes Aufhören der Herzschläge in Diastole zur Folge hat.

Fasst man Alles kurz zusammen, so kann man sagen, dass nach der Darreichung grösserer Gaben von Kaffein anfangs eine sehr vermehrte Erregbarkeit des Nervensystems, später eine Lähmung desselben eintritt; die Hauptwirkung des Alkaloids ist auf die Centralorgane des Nervensystems gerichtet.

Wer die Erfolge dieser Experimente an Fröschen oder höheren Thieren gesehen, wird nicht mehr daran zweifeln, dass der Kaffee auf den Organismus wegen der angegebenen Affection des Nervensystems durch das Kaffein wirkt, sowie jeder zugiebt, dass Strychnin, Opium, Chinin etc. nicht um einer Veränderung des Stoffwechsels willen benützt werden, sondern wegen ihrer Eigenschaften das Nervensystem in andere Zustände zu versetzen. Bei kleinern Dosen des Kaffein's, wie wir sie also im

Kaffee für gewöhnlich zu uns nehmen, entstehen natürlich nicht die beschriebenen gefährlichen Folgen, sondern Einwirkungen geringerer Art. Das Resultat ist wie auch bei den andern giftigen Alkaloiden anfangs eine stärkere Erregung und Erregbarkeit, dann erst eine Lähmung des Nervensystems; es ist ja allbekannt, dass auf das Kaffeetrinken nach Tisch feine Arbeiten z. B. Zeichnen wegen Zitterns nicht mehr gut ausführbar sind und ebenso, dass man sich Kopfweh durch Trinken einer Tasse starken schwarzen Kaffee's zu lindern sucht. Die ungeheure Verbreitung des Kaffeegenusses und die grossen Ausgaben, welche im Ganzen dafür gemacht werden, haben gewiss ihren guten Grund; dieser ist in der Wirkung des Kaffeins auf die Nerven und nicht in der eingebildeten Verlangsamung des Stoffwechsels zu suchen. Nur wo der Satz des Kaffee's mitgetrunken wird, wie bei den Arabern und Türken, oder wo der Thee mit Salzwasser, welches das Eiweiss auszieht, angemacht wird, wie bei den central-asiatischen Steppenvölkern, möchten diese Getränke eine Bedeutung für den Stoffwechsel haben, aber dann als wirkliches Nahrungsmittel.

Durch den Kaffee wird das Nervensystem in eine Erregung und leichtere Erregbarkeit versetzt; die gleiche erregende Ursache zieht daher stärkere Erfolge nach sich oder es bedarf einer kleineren Anregung, um den gleichen Effect zu erzielen. Er erfrischt auf diese Weise den ermüdeten Körper von Neuem, indem er die Abspannung desselben weniger fühlbar und ihn so zu fortgesetzter Arbeit tauglich macht. Er belebt aber auch den Geist und verscheucht so den Schlaf, macht zum Denken geneigt, schärft den Verstand, und weckt die Phantasie. Indem der Kaffee auf die Blutbewegung und die von ihr abhängigen Processe von Einfluss ist, kann er vielleicht dadurch, wie Frerichs (Hwbch. d. Phys. Bd. III. S. 722) meint, die fehlende Bewegung, Muskelanstrengung und freie Luft etwas ersetzen. Er beschleunigt auch die peristaltischen Bewegungen des Darms und befreit letzteren schneller von den Ingestis; zugleich macht er die Beschwerden einer allzu reichlichen Mahlzeit weniger fühlbar.

Die Gesammtstimmung des Individuums wird durch den Kaffee eine andere, man fühlt sich wohl und aufgeheitert d. h. das Gemeingefühl durch den jeweiligen Zustand der Nerven veranlasst, ist ein ungestörtes. Man muss sich erinnern, wie sehr es auf den Zustand, in dem die Nerven sich eben befinden, ankommt, wie wir ein uns entgegengesetztes Hinderniss oder ein uns treffendes Ereigniss auffassen. Die gleiche Arbeit geht uns manchmal schwer, manchmal wieder leicht, wie wir gerade aufgelegt sind; dies sogenannte Aufgelegtsein hängt vom Zustand unseres Nervensystems ab. Es kann Stimmungen geben, in denen uns das Geringste verdriesst, worüber wir sonst lachen würden oder was wir in anderer Lage ruhig an uns vorübergehen liessen; wir fühlen uns gewiss glücklicher in den letzteren Fällen als in ersteren. Das Gefühl des Hungers kommt von irgend einer Veränderung in unsern Nerven her; es wird der übrige Körper durch das Hungern wohl schwach, der Schmerz dabei wird aber durch den Nerven vermittelt, und während der Körper an und für sich vermöge des Bestandes seiner Materie noch länger fortvegetiren könnte, ist das Hungergefühl schon zum qualvollsten und unerträglichsten geworden. Ein Irrer oder Kranker kann 2—3 Wochen leben ohne Nahrung zu sich zu nehmen und ohne Hunger zu fühlen, ein Gesunder würde wahnsinnig vor Hunger geworden sein. Wir sind also in unsern Freuden und Leiden ausserordentlich von der Stimmung unserer Nerven abhängig, und auf diese sind unsere Genussmittel wie Kaffee, Thee, Tabak, Alkohol, Opium etc. von Einfluss; wegen dieses Einflusses werden die Genussmittel gebraucht.

Der Kaffee bewirkt, dass wir unangenehme Zustände weniger empfinden oder uns darüber leichter hinwegsetzen, und dass wir befähigter werden Schwierigkeiten zu überwinden; er wird somit für den prassenden Reichen zum Mittel die Arbeit des Darms nach der Mahlzeit weniger fühlbar zu machen und die tödtliche Langeweile zu vertreiben, für den Gelehrten ihn bei anhaltenden Studien wach und frisch zu erhalten, für den Arbeiter die Mühen des Tages mit leichterm Sinne zu ertragen.

Wir erkennen aber schliesslich aus diesen Resultaten noch mehr als die einfache Thatsache der Unwirksamkeit des Kaffee's für Ersparung von Nahrung. Der Kaffee bringt nach unsern Beobachtungen ohne Zweifel Aenderungen im Nervensystem hervor und zwar von solcher Bedeutung für dasselbe, dass wir uns veranlasst sehen ihn desshalb zu einem täglichen Getränk zu machen; nichtsdestoweniger sieht man in Folge davon keine irgend wahrnehmbare Modifikation in den chemischen Processen des Körpers eintreten. Dies ist ein sehr bemerkenswerthes Faktum. Es können also mannigfache Alterationen im Nervensystem vor sich gehen, ohne eine für uns sichtbare Spur im vegetativen Leben zu hinterlassen, d. h. die Aktionen in ihm, die das bedingen, was wir Gefühl oder Empfindung nennen, setzen keine merklichen Veränderungen in den Zersetzungen der Materie voraus und kommen durch so geringen Substanzverlust zu Stande, dass sich diese auch der sorgfältigsten Beobachtung der Ernährungsverhältnisse völlig entziehen. Ich bin ferne davon, die Thätigkeiten und Erscheinungen am Nerven desshalb für vom Stoffwechsel unabhängig zu erklären und hier einem Vitalismus zu huldigen; ich constatire nur, dass gewisse Einflüsse auf die Nerven, die unsere gesammte Stimmung und unser ganzes Sein wesentlich berühren, ja uns nach Aussen sowie in unserm Gemeingefühle zu scheinbar andern Menschen umgestalten können, keinen messbaren Verbrauch organischer Substanz hervorrufen, dass also gerade die Vorgänge in uns, nach denen wir unser Wohl- oder Uebelbefinden beurtheilen, nur von sehr kleinen Metamorphosen der Materie erzeugt sind und auf den Stoffwechsel im grossen Ganzen keine Einwirkung haben.

III.

Die thierischen Kraftäusserungen in ihrem Zusammenhange mit dem Stoffwechsel.

Ich habe früher nachdrücklichst betont, dass der Bedarf von Kraftwirkungen im thierischen Organismus nie zur Ursache der Zersetzung der organischen Theile werden könne, sondern bestimmte von uns festgestellte Bedingungen für den Umsatz existiren. Es war schon desshalb von besonderem Interesse die Veränderungen in den Zersetzungsprocessen im Körper und ihre Ursachen bei willkührlicher Bewegung genau zu untersuchen, zudem die vorige Abhandlung ergeben, dass gewisse Alterationen in unsern Nerven ohne einen Eingriff in den Stoffwechsel vor sich gehen können.

Wenn wir irgend eine Kraftwirkung ausüben, so muss die Kraft dazu, dies wird Niemand mehr läugnen, von irgend einem Kraftvorrath genommen werden. Wir besitzen nun in den chemischen Verbindungen des Organismus eine gewisse Summe von Spannkräften, von denen beim Zerfall der ursprünglichen Verbindung und dem Entstehen neuer weniger zusammengesetzter eine bestimmte Kraftäusserung auftritt. Da wir nun keine andere Quelle von Kraft beim Menschen und Thier kennen, als eben diese Umsetzungen, so schlossen wir in unserem Buche über die Ernährung (S. 16), dass jedem vom Körper geleisteten

Effekte eine Umsetzung in der Materie voraus gehen müsse, wesshalb uns bei dem Auftreten grösserer Kraftwirkungen eine entsprechende Vermehrung des Stoffverbrauchs die nothwendige zu Folge sein schien.

Das Nervensystem ist nun willkührlich im Stande eine Muskelbewegung hervorzubringen; somit nahmen wir an, dieses System könne auch die Zersetzung chemischer Verbindungen durch irgend welchen Einfluss steigern. Der Nerv war uns daher ein vierter auf die Umsetzung einwirkender Faktor neben dem Sauerstoff, dem Blastem und der Masse des Organs; trat er in Thätigkeit, so änderten sich nach unserer Ansicht die gewöhnlichen Ernährungsvorgänge. Man konnte sich die Sache etwa so denken, dass Nerv und Muskel in ein Verhältniss zu einander gesetzt sind, in Folge dessen eine Bewegung der Nervenmoleküle eine Zersetzung und Bewegung der Muskelmoleküle nach sich zieht, ähnlich wie ein geringer äusserer Anstoss die Verbindung des Sauerstoffs mit dem Schiesspulver einleitet und durch die Explosion eine bei weitem grössere Kraftäusserung zu Stande bringt, als er ursprünglich aufwendete.

Eine Vermehrung des Umsatzes bei Körperbewegung däuchte uns unzweifelhaft, es handelte sich nach unserer Meinung nur darum, wie verhalten sich dabei im Einzelnen die Veränderungen des Stoffwechsels, wie gross ist bei einem bestimmten Kraftaufwand das Plus der Zerstörung, kann man daraus Rückschlüsse auf die sonst im Körper geleistete Arbeit machen und um wieviel mehr braucht ein arbeitender Organismus an Nahrung? Diese Fragen waren, wie auch ihre Lösung ausfallen mochte, nicht nur physiologisch für das Verstehen der Processe im Thierkörper, sondern auch für das gewöhnliche Leben von grösster Tragweite und liessen sich aus der Grösse der bei der Arbeit erfolgenden Vermehrung des Harnstoffes, welcher uns ein Maass für den Verbrauch der stickstoffhaltigen Gebilde ist, beantworten.

Die grosse Wahrscheinlichkeit der von uns vorgefassten Ansichten wird wohl Niemand bestreiten und ich glaube, dass wenn man sich irgend eine Vorstellung machen wollte, die eben angedeutete bei dem jetzigen Stand unserer Kenntnisse die

alleinige Berechtigung hatte. Es war diese Meinung auch nicht unser Eigenthum und ist von uns allein gehegt worden, sondern sie ist allgemein von den Physiologen anerkannt. Man wurde um so mehr dazu bestimmt, als sich auch aus fast sämmtlichen Untersuchungen eine Vermehrung der Zersetzung bei der Muskel- und Nerventhätigkeit zu ergeben schien. Helmholtz fand in Folge andauernder und erschöpfender Contraktionen der Muskeln eine grössere Wärmeentwicklung, ferner mehr in Alcohol lösliche, jedoch weniger in Wasser lösliche Theile dieses Gewebes; Valentin wies nach Tetanisirung der Muskeln eine stärkere Kohlensäureabgabe nach; Du-Bois das Auftreten der saueren Reaktion in Folge der Thätigkeit, was scheinbar hinlängliche Beweise für einen grösseren Stoffumsatz, aus dem die Kraft für die Zusammenziehung komme, waren.

Die meisten Beobachter des gesammten Stoffwechsels bestimmten dem entsprechend nach körperlicher Anstrengung eine grössere Harnstoffmenge und eine stärkere Kohlensäureabgabe durch die Lungen, woraus man wieder obigen Schluss zog. Die bis jetzt ausgeführten Harnstoffbestimmungen bei Bewegung sind aber für die Beantwortung unserer oben aufgestellten Fragen unzulänglich, denn sie widersprechen sich zum Theil, und ferner ist das dabei eingeschlagene Verfahren abermals nicht der Art, um daraus den Einfluss irgend eines Agens auf den Stoffwechsel mit Sicherheit erschliessen zu können.

C. G. Lehmann giebt an (Wagner's Hwbch d. Phys. Bd. II. S. 21 u. physiol. Chemie Bd. I. S. 164) nach bedeutenden Strapazen mehr Harnstoff entleert zu haben; er schied nämlich gewöhnlich 32 Grmm. im Tag aus, nach Anstrengungen seines Körpers aber 36—37 Grmm.

J. Fr. Simon (Handbuch d. angew. mediz. Chemie, 1842. II. S. 368) fand ebenfalls bei anhaltender Bewegung eine Vermehrung des Harnstoffs.

Mossler (Beiträge zur Kenntniss der Urinabsonderung bei gesunden, schwangern und kranken Personen, diss. inaug. Giessen 1853) lässt dagegen nach Bewegung den Harnstoff nicht unmittelbar in grösserer Menge gebildet werden.

H. Beigel (Untersuchungen über den Harn u. Harnstoffmengen; i. d. Verhandl. d. k. Leopold. Akad. d. Naturf. Bd. 25. Abthl. I. 1855 p. 477) hat, wie es scheint, sorgfältige und ausgedehnte Versuche über unser Thema, aber ebenfalls am Menschen, angestellt. Sechs Personen erhielten während mehrerer Tage sehr knappe Diät mit Wasser ad libitum und waren in einer ersten Reihe die meiste Zeit zu Bett um möglichst ruhig sich zu verhalten, wobei sie im Mittel 1704c. c. Harn mit 31.86 Gmm. Harnstoff täglich ausschieden; bei derselben Diät und starker fünfstündiger Bewegung erschienen im Tag 1673c. c. Harn mit 33.32 Gmm. Harnstoff. Bei reichlicher Kost befanden sich in der Ruhe in 2153c. c. Harn 46.10 Gmm. Harnstoff, und nach starker Bewegung in 2235c. c. Harn 52.26 Gmm.

W. Hammond (Americ. Journ. Jan. 1855) entleerte in 24 Stunden bei ruhiger Lebensweise 487 Grains (= 31.51 Gmm.) Harnstoff, bei gleicher Kost und mässiger Bewegung 682 Grains (= 44.12 Gmm.), bei starker Bewegung 865 Grains (= 55.96 Gmm.). Ich habe schon früher angegeben, dass ich die gegründetsten Zweifel in die Angaben dieses Autors setze; es scheinen auch diese wie die übrigen nicht durch das Experiment, sondern am Schreibtisch gewonnen worden zu sein.

Genth (Unters. über den Einfluss des Wassertrinkens auf den Stoffwechsel, Wisbaden 1856) hielt immer die gleiche Diät ein und fand nach geringer Bewegung 1187 Gmm. Wasser im Harn und 40.2 Gmm. Harnstoff, nach längerer Bewegung (2⅔ Stunden mehr) 1189 Gmm. Wasser im Harn und 45 Gmm. Harnstoff.

J. C. Draper (aus New-York Journ. March. 1856 in Schmidt's Jahrb. Bd. 92, Nro. 10) hatte bei einem kräftigen Mann, der wegen eines Beinbruchs 3 Wochen ganz ruhig im Bette zubrachte, im Mittel 26.47 Gmm. Harnstoff bestimmt, was von der von ihm gefundenen Normalzahl für den in körperlicher Thätigkeit befindlichen Menschen wenig abwich. Er macht daraus den gewagten Schluss, dass die Muskelbewegung ohne merklichen Einfluss auf die Harnstofferzeugung sei und der in der Thätigkeit mehr verbrauchte Stickstoff durch die Lungen ausgeschieden werde.

Dr. H. Ranke theilte mir mündlich mit, bei seinen Beobachtungen und Versuchen über die Ausscheidung der Harnsäure keine irgend erhebliche Vermehrung der Harnstoffmenge nach körperlicher Anstrengung wahrgenommen zu haben, was ihm damals sehr auffallend gewesen sei.

Neuerdings sind endlich aus Anlass eines Preisauschreibens des Vereins für gemeinschaftliche Arbeiten zwei Abhandlungen über den Einfluss der körperlichen Bewegung auf den Stoffwechsel erschienen. (Archiv f. wissenschaft. Heilkunde Bd. 4. Hft. 4, 1860.) Der Autor der einen, Dr. L. Lehmann im Bad Oeynhausen, findet an zwei Versuchspersonen bei ermüdender Anstrengung keine stärkere Harnstoffentleerung, an drei andern aber eine Vermehrung von etwa 4 Gmm. Er hält es, wie schon vorhin J. C. Draper, für wahrscheinlich, dass die stickstoffigen Produkte des Menschen bei Bewegung weiter zerfallen, gasförmig durch Haut und Lungen, deren Ausscheidungsprodukte an Quantität dabei sehr zunehmen, austreten und so nicht als Plus im Harn erscheinen. Damit bezeichnet Lehmann seine Versuche als unbrauchbar für weitere Schlussfolgerungen. — Der Autor der zweiten Abhandlung, Dr. C. Speck zu Strassebersbach, untersuchte nur an 1 Individuum bei reichlicher Nahrung und stickstoffarmer Kost ohne und mit körperlicher Anstrengung; bei reichlicher Nahrung trat an den Arbeitstagen eine Vermehrung des Harnstoffs um etwa 8 Gmm. ein, bei stickstoffarmer nur um 4 Gmm.

Alle diese Stoffwechselbeobachtungen leiden an den schon besprochenen und im Anhang noch zu besprechenden Mängeln. Sie sind sämmtlich am Menschen angestellt, vor Allem aber ist in keiner der Stickstoffkreislauf dargelegt, was nach unsern jetzigen Erkenntnissen unumgänglich nothwendig ist. Auch wenn man beim Menschen den Stickstoffgehalt der Nahrung ganz gleich halten könnte, würden sich dennoch Schwankungen in der Harnstoffmenge ergeben, sobald die Nahrung nicht hinreichend oder zu reichlich für den jeweiligen Körperzustand wäre und Fleisch noch abgegeben oder angesetzt würde. L. Lehmann z. B. stellte die Einnahme der festen Speisen

der Quantität nach dem Appetit frei, die Qualität hielt er nur ziemlich gleich. G. Speck reichte zwar immer die gleiche Kost, jedoch in auseinander gerissenen Zeiträumen; die stickstoffreiche Nahrung enthielt nach seiner Berechnung etwa 25.1 Grmm. Stickstoff, während er in der Ruhe nur 15.7 Grmm. und bei der Anstrengung 20.7 Grmm. ausschied. Wo blieb das bedeutende Deficit?

Es ist daher nach allen diesen Versuchen nichts Bestimmtes über den Stickstoffverbrauch im Körper bei Bewegung auszusagen, und es war nothwendig mit Zugrundelegung unserer Erfahrungen dieselben nochmals zu wiederholen. Die Angaben über eine Erhöhung der respiratorischen Thätigkeit, namentlich der Kohlensäureausscheidung bei körperlicher Anstrengung scheinen dagegen fest zu stehen. Es stimmen darin alle Experimentatoren, so Seguin (Mém. de l'Acad. de Paris 1790), Vierordt (Physiol. des Athmens 1845), Scharling (Annal. der Chem. u. Pharm. Bd. 45. S. 214), Gerlach (Müll. Arch. 1851. S. 441) etc., überein.

Ich konnte, um sichere Resultate über die Ernährungsvorgänge bei mechanischer Arbeit zu erhalten, vorläufig nur den Hund benützen; der Mensch ist, wie gesagt, zu solchen Untersuchungen noch unbrauchbar. Es handelt sich darum, Differenzen von 1—2 Grmm. Harnstoff in 24 Stunden noch wahrzunehmen, was ich bei der gemischten, durch die Kochkunst zubereiteten complizirten Kost des Menschen für kaum möglich erachte, wenn auch der Mensch allen Stickstoff im Harn entleeren sollte. Der verwendete Hund war der gleiche, der auch zu unsern frühern gemeinschaftlichen Versuchen diente, ein grosser kräftiger, sehr lebhafter Hofhund.

Es wurde beschlossen, den Stoffwechsel mit und ohne Arbeit unter zwei verschiedenen Bedingungen zu studieren, die alle Möglichkeiten in sich einschlossen, einmal nämlich während gänzlicher Nahrungsentziehung, bei welcher nach einem grösseren Maasse der Zerstörung für Hervorbringung der Arbeit eine stärkere Abnahme von Substanz nachzuweisen sein

musste, und zweitens während einer Nahrung, die ohne körperliche Anstrengung eben alle Ausgaben deckte, bei der aber dann nach einer Veränderung des Stoffwechsels durch die Bewegung entweder Ansatz oder Abgabe von Stoff eintrat.

Die zu verrichtende Arbeit musste der Art sein, dass sie eine Messung der Grösse der dafür aufgewendeten Kraft zuliess. Es konnte zu diesem Zweck nichts besseres ausfindig gemacht werden, als den Hund in einem grossen Tretrad laufen zu lassen, auf die Weise wie man in manchen Gegenden und Gewerben bei dem Bedarf einer geringen Kraft die des Hundes statt einer Maschinen- oder Wasserkraft benützt.

Das aus Holz verfertigte Rad bestand aus zwei 0.096 Meter breiten Kränzen, die einen Abstand von 1.02 Meter hatten und durch die Bodenbretter mit einander in feste Verbindung gesetzt waren; von dem Kranz jeder Seite liefen 8 starke Arme, zwischen denen mehrere leichte Verbindungsstücke angebracht waren, gegen die Axe zu. Letztere bestand aus hartem Holz mit eingeschlagenen eisernen Zapfen, die in einem hölzernen gefetteten Lager liefen. Die Lager standen auf einem soliden das ganze Rad umgebenden Gestell. Der Durchmesser des Rads betrug 3.066 Meter. An einer Seite der Axe wurde excentrisch ein Zählerwerk befestigt, dessen einer Zeiger 1 Grad bei 1 Radumgang, der andere 1 Grad bei 100 Radumgängen vorwärts sprang.

In diesem Rad wurde der Hund zu laufen gewöhnt. Es währte geraume Zeit bis er im Stande war, gleichmässig zu traben, jedoch war er durchaus nicht dahin zu bringen einen langsamen Gang einzuhalten; stets lief er ausserordentlich schnell, so dass er zuletzt eben 10 Minuten lang ohne zu ruhen das Rad treiben konnte. Dies war für ihn eine sehr grosse Anstrengung, denn er wurde dabei am ganzen Körper, selbst an der Nase, heiss, das Athmen war keuchend und beschleunigt, und häufig stand ihm schaumiger Speichel vor dem Mund. Er zitterte nachher an den Extremitäten, gieng langsam und wankend nach seinem Käfig zurück und legte sich dort ruhig

nieder. Ich durfte nicht wagen ihm eine grössere Anstrengung auf einmal zuzumuthen, doch konnte er nach 1 oder 1 ½ Stunden mit erneuten Kräften an's Werk gehen; während eines Tages lief er so im Ganzen meist eine Stunde, was sowohl nach der sichtbaren Müdigkeit als auch nach der berechneten Arbeit keine kleine Leistung war. Für die Berechnung der Arbeit zeigte sich das schnelle Laufen, wie wir sehen werden, nicht günstig; günstig jedoch für die Ausführung der Versuche überhaupt, da man wegen allenfallsiger Harnentleerung stets zugegen sein und sogar das Thier mit Worten und Mitlaufen ausserhalb des Rads zu gleichmässigem Lauf antreiben musste.

Schon das Abrichten des Hunds und das Thätigsein bei dem Laufen erforderte keine kleine Mühe und Ausdauer, eine ungleich grössere jedoch die Ausführung der Versuche selbst. Es sollte der Stoffwechsel beim Laufen, wie gesagt, während des Hungerns und bei einer Kost, die ohne Arbeit eben den Umsatz des Fleisches und Fettes am Hunde deckte, untersucht werden. Am Anfang einer Reihe konnte man nun gewiss sein durch eine Kothentleerung, die nach einigen Radumläufen in Folge der starken Anstrengung eintrat, aufgehalten zu werden; so lange dies fester Koth vom gemischten Fressen war, gieng es an; bei Fleischkost aber entleerte der Hund manchmal dünne Fäces, die dann rings um das Rad sich ausbreiteten und so den Versuch unterbrachen. Noch störender war jedoch das Harnlassen im Rad; bei einigermassen gefüllter Blase blieb der Hund plötzlich stehen und entleerte dieselbe, wodurch natürlich eine ganze Reihe unbrauchbar wurde. Ich musste zuletzt nach manchen schlimmen Erfahrungen das Thier zur Verhütung dieses Uebelstandes vor jedem Laufen den Harn ausserhalb des Käfigs entleeren lassen und denselben in einem Glas auffangen. Ich hatte den Hund gewöhnt diess Geschäft an einer bestimmten Stelle zu verrichten, es gehörte aber ziemliche Uebung dazu allen gelassenen Harn, dessen Menge häufig nur wenige Cubikcentimeter betrug, vollständig zu erhalten. Erst nachdem alle diese und noch andere geringfügigere Schwierigkeiten überwunden waren, konnte das Experiment als fehlerfrei betrachtet

werden; vorher giengen viele Versuche vor ihrer Vollendung zu Grunde.

Ich habe vier Versuchsreihen unter den angegebenen Bedingungen angestellt, deren Resultate ich in folgenden Tabellen zusammenfasse.

Reihe I.

Der Hund hatte vor dem Versuch gemischtes gewöhnliches Hundefressen erhalten und bekam während der fünftägigen Reihe keine Nahrung; Wasser konnte er nach Willkühr zu sich nehmen. Den ersten Tag blieb er ruhig im Käfig, den zweiten musste er laufen, den dritten wieder in Ruhe sein, den vierten laufen und den letzten Tag abermals ohne Arbeit verbringen. Die Versuche begannen, nachdem der Hund vorher mehrere Male zum Harnlassen in's Freie geführt worden war, den 13. Jan. um 9 Uhr Früh, zu welcher Zeit er gewogen wurde. 24 Stunden darauf bestimmte man nach möglichster Entleerung der Blase abermals sein Gewicht und wiederholte dasselbe Verfahren alle Tage.

Datum 1860.	Körpergewicht in Gmm.	Feste Nahrung in Gmm.	Wasser gesoffen in Gmm.	Harnmenge in Gmm.	Spec. Gew. des Harns.	Harnstoff in Gmm.	Arbeit in Radumgängen.	Koth in Gmm.
13. Jan.	34250	0	440	160	1049	14.769	0	120.8
14. "	33650	0	858	355	1021	14.397	1671 (I)	0
15. "	33210	0	123	188	1041	14.298	0	0
16. "	32720	0	887	681	1014	18.865	1607 (II)	0
17. "	32250	0	212	209	1036	13.769	0	0
18. "	31950							

I.	Zeit.		Dauer des Laufens in Minuten.	Zahl der Radumgänge.
1)	9′ 14″ — 9′ 24″	=	10	325
2)	10′ 24″ — 10′ 34″	=	10	296
3)	12′ 20″ — 12′ 30″	=	10	280
4)	2′ 19″ — 2′ 29″	=	10	263
5)	3′ 19″ — 3′ 29″	=	10	257
6)	4′ 26″ — 4′ 36″	=	10	250
			60	1671

	Zeit.		Dauer des Laufens in Minuten.	Zahl der Radumgänge.	
II. 1)	9′ 15″ — 9′ 25″	=	10	296	
2)	10′ 32″ — 10′ 42″	=	10	269	
3)	12′ 15″ — 12′ 25″	=	10	275	
4)	2′ 16″ — 2′ 26″	=	10	258	
5)	3′ 28″ — 3′ 38″	=	10	256	
6)	4′ 38″ — 4′ 48″	=	10	253	zuletzt sehr müde.
			60	1607	

Reihe II.

Da es sehr schwer ist am Ende jeden Tages vor dem Wägen allen Harn zu erhalten und häufig etwas Harn in der Blase zurückbleibt, der dann erst den folgenden Tag entleert wird, beim Hunger aber eine geringe resistirende Harnmenge schon von grossem Einfluss ist, so sollte eine zweite Versuchsreihe während eines 9 tägigen Hungers angestellt, und so eingerichtet werden, dass der Hund zuerst drei Tage ohne Arbeit blieb, dann 3 Tage hinter einander täglich 1 Stunde im Rad lief und darnach wieder 3 Tage in Ruhe zubrachte. Es wurde am Ende jedes dreitägigen Abschnittes sehr darauf gesehen durch mehrmaliges Hinausführen des Hunds und Auffangen des Harns den auf die verflossene Zeit treffenden Harn so vollständig als möglich zu bekommen. Der Hund war zwischen der vorigen und dieser Reihe mit gemischtem gewöhnlichem Hundefressen gefüttert worden; 24 Stunden vor Anfang des Versuchs fiel die letzte Nahrungsdarreichung; nach Entleerung von Harn und Koth wurde er den 23. Januar um 9 Uhr Früh gewogen und die Reihe begonnen.

Datum 1860.	Körpergewicht in Gmm.	Feste Nahrung in Gmm.	Wasser gesoffen in Gmm.	Harnmenge in Gmm.	Spec. Gew. des Harns.	Harnstoff in Gmm.	Arbeit in Radumgängen.	Koth in Gmm.
23. Jan.	33260	0	0	165	1045	13.851	0	0
24. „	32630	0	0	145	1051	11.554	0	0
25. „	32010	0	368	126	1051	10.165	0	75.5
26. „	31640	0	688	163	1044	12.201	1564 (I)	69.6
27. „	31340	0	328	164	1045	12.155	1473 (II)	0

Datum 1860.	Körpergewicht in Gmm.	Feste Nahrung in Gmm.	Wasser gesoffen in Gmm.	Harnmenge in Gmm.	Spec. Gew. des Harns.	Harnstoff in Gmm.	Arbeit in Radumgängen.	Koth in Gmm.
28. Jan.	30860	0	565	231	1029	12.633	1442(III)	0
29. „	30610	0	88	157	1043	11.304	0	0
30. „	30220	0	113	135	1048	10.750	0	0
31. „	29870	0	175	136	1047	10.628	0	0
1. Febr.	29590							

	Zeit.	Dauer des Laufens in Minuten.	Zahl der Radumgänge.	
I.	1) 9′ 19″ — 9′ 29″	= 10	308	
	2) 10′ 19″ — 10′ 29″	= 10	282	
	3) 12′ 26″ — 12′ 36″	= 10	259	
	4) 2′ 20″ — 2′ 30″	= 10	241	
	5) 3′ 51″ — 4′ 1″	= 10	241	
	6) 5′ 11″ 5′ 21″	= 10	233	Der Hund ist nach dem Laufen sehr müde und matt, aber noch nicht auffallend mager.
		60	1564	
II.	1) 9′ 25″ — 9′ 35″	= 10	248	
	2) 10′ 44″ — 10′ 54″	= 10	233	
	3) 12′ 22″ — 12′ 32″	= 10	229	
	4) 2′ 20″ — 2′ 30″	= 10	269	
	5) 3′ 36″ — 3′ 46″	= 10	258	
	6) 5′ 6″ — 5′ 16″	= 10	236	
		60	1473	
III.	1) 9′ 8″ — 9′ 18″	= 10	255	
	2) 10′ 27″ — 10′ 37″	= 10	234	
	3) 12′ 11″ — 12′ 21″	= 10	235	
	4) 2′ 19″ — 2′ 29″	= 10	248	
	5) 3′ 32″ — 3′ 42″	= 10	226	
	6) 5′ 4″ — 5′ 14″	= 10	244	
		60	1442	

A. Hungern, ohne Laufen

23.—26. Januar.

Der Hund nahm dabei um 1620 Gmm. an Gewicht ab. Um aber die wirkliche Körperabnahme zu bestimmen, ist zu

berücksichtigen, dass er am 25. Jan. 75.5 Gmm. Koth liess, die als nicht hieher gehörend vom Anfangsgewicht abgehen; die Gewichtsabnahme stellt sich darnach auf 1545 Gmm. In 35.57 Gmm. Ur. sind 16.70 Gmm. N, welche in 491 Gmm. Fleisch enthalten sind, die der Körper des Thiers abgab. Da er jedoch um 1545 Gmm. abgenommen, so muss er noch 1054 Gmm. an Fett oder Wasser hergegeben haben. Ich rechne vorläufig nur auf Wasser.

	Wasser.	Stickstoff.	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Sauerstoff.
Einnahmen.					
491 Fleisch	372.67	16.70	61.47	8.49	25.29
1422 Wasser	1422.00	0	0	0	0
	1794.67	16.70	61.47	8.49	25.29
Ausgaben.					
436 Harn	395.10	16.70	7.11	2.37	9.49
1486 Haut u. Lungen	1399.57	0	64.36	6.12	15.80

Die Hauptrechnung ergiebt für die Menge der durch Haut und Lungen aus dem Körper entfernten Stoffe 1486 Gmm., die Controllrechnung 1477 Gmm.

Der Kohlenstoffverbrauch ist jedenfalls ein grösserer, da sicherlich statt eines Theils Wasser Fett abgegeben worden ist. Bei der Reduktion auf 24 Stunden zeigen sich folgende Verhältnisse:

a) Einnahmen:
123 Gmm. Wasser.

b) Ausgaben:
durch Harn: 145 Gmm. von 1049 spec. Gew.
mit 132 Gmm. HO
und 11.9 Gmm. Ur (5.6 Gmm. N)
durch Haut und Lungen: 495 Gmm. vom Körper; darin 466 Gmm. HO.

c) Resultate am Körper (32.6 Kilogr.):

164 Gmm. Fleisch weg (5.6 Gmm. N)

351 Gmm. Fett oder HO weg.

B. Hungern, mit Laufen.

26.—29. Jan.

Er nahm dabei um 1030 Gmm. an Gewicht ab; da er aber am 26. Jan. 69.6 Gmm. Koth liess, die als nicht hierher gehörig vom Anfangsgewichte abgezogen werden müssen, so stellt sich eine Körperabnahme von 960 Gmm. heraus. In 36.989 Gmm. Ur sind 17.081 Gmm. N, die in 502 Gmm. Fleisch enthalten sind. Es hat daher der Hund noch um 458 Gmm. an Fett oder Wasser abgenommen.

	Wasser.	Stickstoff.	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Sauerstoff.
Einnahmen.					
502 Fleisch	381.02	17.08	62.85	8.68	25.85
2039 Wasser	2039.00	0	0	0	0
	2420.02	17.08	62.85	8.68	25.85
Ausgaben.					
558 Harn	515.32	17.08	7.40	2.46	9.86
1982 Haut u. Lungen	1904.70	0	55.45	6.22	15.99

Die Hauptrechnung ergiebt für die Menge der durch Haut und Lungen aus dem Körper entfernten Stoffe 1982 Gmm., die Controllrechnung 1983 Gmm.

Es fällt der Kohlenstoffverbrauch natürlich wiederum höher aus als der in der Tabelle angegebene, da in derselben nur auf Fleisch- und Wasserabgabe vom Körper gerechnet ist, aber statt eines Theils Wasser Fett entfernt wurde. Bei der Reduktion auf 24 Stunden zeigen sich folgende Verhältnisse:

a) Einnahmen:

527 Gmm. Wasser

b) Ausgaben:

durch Harn: 186 Gmm. von 1039 spec. Gew.

mit 172 Gmm. HO
und 12.3 Gmm. Ur (5.7 Gmm. N)
durch Haut und Lungen: 661 Gmm. vom Körper; darin 635 Gmm. HO.

c) Resultate am Körper (31.1 Kilogr.):
167 Gmm. Fleisch weg (5.7 Gmm. N)
153 Gmm. Fett oder HO weg.

C. Hungern, ohne Laufen.

29. Jan. — 1. Febr.

Der Hund nahm während dieser 3 Tage um 1020 Gmm. an Gewicht ab. In 32.682 Gmm. Ur sind 15.25 Gmm. N, die in 448 Gmm. Fleisch enthalten sind, welche vom Körper hergegeben werden. Darnach stellt sich noch eine Abnahme von 572 Gmm. an Fett oder Wasser heraus.

	Wasser.	Stick-stoff.	Kohlen-stoff.	Wasser-stoff.	Sauer-stoff.
Einnahmen.					
448 Fleisch	340.03	15.25	56.09	7.75	23.07
948 Wasser	948.00	0	0	0	0
	1288.03	15.25	56.09	7.75	23.07
Ausgaben.					
428 Harn	390.30	15.25	6.54	2.18	8.71
967 Haut u. Lungen	897.73	0	49.55	5.57	14.36

Die Hauptrechnung ergiebt für die Menge der durch Haut und Lungen aus dem Körper entfernten Stoffe 967 Gmm.; die Controllrechnung 968 Gmm.

Auch hier wird statt Wasser Fett vom Körper entfernt, daher die Kohlenstoffabgabe viel höher ausfällt. Bei der Reduktion auf 24 Stunden zeigen sich folgende Verhältnisse:

a) Einnahmen:
125 Gmm. Wasser

b) Ausgaben:
durch Harn: 143 Gmm. von 1046 spec. Gew.

mit 130 Gmm. HO
und 10.89 Gmm. Ur (5.1 Gmm. N)
durch Haut und Lungen: 322 Gmm. vom Körper; darin 299 Gmm. HO.

c) Resultate am Körper (30.1 Kilogr.):
149 Gmm. Fleisch weg (5.1 Gmm. N)
153 Gmm. Fett oder Wasser weg.

Reihe III.

Der Hund stellte sich von der in der zweiten Reihe erfolgten starken Körperabnahme bald völlig her, er war wieder zu Fleisch gekommen und sehr munter. 24 Stunden vor Beginn dieser Reihe reichte man ihm zum letzten Male seine gemischte Kost. Es sollte nun der Versuch gemacht werden, den Körper des Thieres durch eine bestimmte gleichbleibende Quantität Nahrung in der Ruhe möglichst auf dem gleichen Zustand zu erhalten, um dann die Veränderung desselben während der Bewegung ersehen zu können. Als Nahrung wurde Fleisch gewählt und zwar wurden so lange bis zum Beginn des eigentlichen Experiments 1500 Gmm. rein ausgeschnittenen Fleischs (die bei Deckung des Umsatzes etwa 109 Gmm. Harnstoff erzeugen sollten) gefüttert, bis sich der Körper damit in das Gleichgewicht des Umsatzes gesetzt hatte, was sechs Tage währte. Es musste die Veranstaltung nun so getroffen werden, dass in 24 Stunden alles gefressene Fleisch schon umgesetzt war, sonst wären an den einzelnen Tagen allzu grosse Schwankungen im Harnstoff enstanden; man durfte desshalb, wenn ein neuer Versuchstag um 9 Uhr Vormittag begann, nicht wohl später als 3 Uhr Nachmittag die letzte Portion Fleisch geben. Die gesammte Fleischmenge wurde in kleinere Theile getheilt und dem Hund nach jedem Laufen ein Antheil gereicht; er lief also, während er Fleisch im Magen und Darm hatte. Ich sah wieder sehr darauf den gesammten Harn eines Tags durch mehrmaliges Herausführen des Hunds vor 9 Uhr Früh zu bekommen, damit so wenig als möglich Rest in der Blase zurückblieb. Vor jedem Laufen musste der Harn ebenfalls entleert

werden, wenn man sich nicht in die Gefahr setzen wollte im Rad Harn zu verlieren.

Datum 1860.	Körpergewicht in Gmm.	Fleischnahrung in Gmm.	Wasser gesoffen in Gmm.	Harnmenge in Gmm.	Spec. Gew. des Harns.	Harnstoff in Gmm.	Arbeit in Radumgängen.	Koth in Gmm.
12. Febr.	32730	1500	355	773	1054	77.688	0	157.8 gemischt.
13. „	32950	1500	13	902	1056	95.223	0	0
14. „	32830	1500	130	945	1056	100.296	0	131.2 gemischt.
15. „	32550	1500	225	1027	1053	108.522	0	0
16. „	32710	1500	10	1003	1055	103.978	0	0
17. „	32610	1500	215	971	1055	101.132	0	0
18. „	32770	1500	110	1035	1053	108.445	0	0
19. „	32710	1500	288	1079	1053	111.059	0	0
20. „	32680	1500	95	1067	1054	109.251	0	0
21. „	32680	1500	215	1058	1053	110.278	0	164.1 trocken 56.9; (fester Fleischkoth.)
22. „	32480	1500	200	1063	1053	109.831	0	0
23. „	32560	1500	565	1232	1046	113.016	1666(I)	0
24. „	32450	1500	710	1373	1044	119.942	1791(II)	142.4 trocken 37.9; (dünner schleimiger Koth.)
25. „	32180	1500	695	1386	1041	118.517	1683(III)	0
26. „	32080	1500	162	1131	1049	108.307	0	0
27. „	32100	1500	10	1051	1054	109.989	0	0
28. „	32060	1500	247	1060	1053	111.489	0	0
29. „	32190							

	Zeit.	Dauer des Laufens in Minuten.	Zahl der Radumgänge.	
I.	1) 9′ 1″ — 9′ 11″	= 10	330	
	2) 10′ 10″ — 10′ 20″	= 10	288	
	3) 12′ 25″ — 12′ 35″	= 10	260	
	4) 2′ 27″ — 2′ 37″	= 10	269	
	5) 3′ 28″ — 3′ 38″	= 10	252	
	6) 4′ 53″ — 5′ 3″	= 10	267	
		60	1666	
II.	1) 9′ 15″ — 9′ 25″	= 10	315	während des Laufens in 10 Minuten um 50 Gmm. abgenommen.
	2) 10′ 25″ — 10′ 35″	= 10	287	

	Zeit.	Dauer des Laufens in Minuten.	Zahl der Radumgänge.	
	3) 12′ 36″ — 12′ 46″ =	10	293	
	4) 2′ 17″ — 2′ 27″ =	10	293	
	5) 3′ 42″ — 3′ 44.5″ =	2.5	55	
	6) 4′ 21″ — 4′ 31″ =	10	294	
	7) 5′ 52″ — 6′ 2″ =	10	254	er ist entschieden müder als beim Laufen während des Hungerns, es kostet ihn grosse Anstrengung.
		62.5	1791	
III.	1) 9′ 14″ 9′ 24″ =	10	309	
	2) 10′ 56″ — 11′ 6″ =	10	269	
	3) 2′ 2″ — 2′ 12″ =	10	279	
	4) 2′ 23″ — 2′ 33″ =	10	275	
	5) 4′ 28″ — 4′ 38″ =	10	279	
	6) 5′ 50″ — 6′ =	10	272	
		60	1683	

A. Fleischnahrung, ohne Laufen.
18.—23. Febr.

Es fand dabei eine Gewichtsabnahme von 210 Gmm. statt. Während der 23 tägigen Fleischfütterung treffen aber auf 24 Stunden 8.8 Gmm. festen Koths; von dem am 21. Febr. entleerten Koth fallen 152.2 Gmm. auf die 6 vorhergehenden Tage und gehen vom Anfangsgewicht ab. In den jetzigen 5 Tagen wurden 160.2 Gmm. feuchten und 44.0 Gmm. trockenen Koths gebildet; am Schluss der 5 Tage sind noch 148.3 Gmm. des feuchten und 39.9 Gmm. des trockenen Koths im Leib, die also vom Endgewichte abgezogen werden müssen. Unter diesen Berücksichtungen nahm der Hund um 206 Gmm. an Gewicht ab. In 7500 Gmm. gefressenen Fleischs befinden sich 255.0 Gmm. N; in 548.864 Gmm. Ur sind 256.15 Gmm. N; in 44.0 Gmm. hierher gehörigen trockenen Koths sind 2.66 Gmm. N. Es wurden demnach im Ganzen 258.81 Gmm. N entleert, d. i. 3.81 Gmm. N mehr als aufgenommen; diese sind in 112 Gmm. Fleisch enthalten, welche noch vom Körper hergegeben wurden. Da das Thier aber um 206 Gmm. an Gewicht verlor, so muss es noch um 94 Gmm. an Fett oder Wasser eingebüsst haben.

	Wasser.	Stickstoff.	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Sauerstoff.
Einnahmen.					
7612 Fleisch	5777.51	258.81	953.02	131.69	392.02
1002 Wasser	1002.00	0	0	0	0
	6779.51	258.81	953.02	131.69	392.02
Ausgaben.					
5302 Harn	4669.00	256.15	109.77	36.55	146.38
160.2 Koth	116.20	2.66	19.11	2.85	5.97
3150 Haut u. Lungen	1994.31	0	824.14	92.29	239.67

Die Hauptrechnung ergiebt für die Menge der durch Haut und Lungen aus dem Körper entfernten Stoffe 3150 Gmm., die Controllrechnung 3152 Gmm.

Wegen der grossen Menge zersetzten Fleischs wird hier wahrscheinlich nur wenig oder kein Fett vom Körper hergegeben, und die ausgeschiedene Kohlenstoffmenge richtig sein, was auch für die folgenden Reihen ohne Laufen gilt. Auf 24 Stunden reducirt zeigen sich folgende Verhältnisse:

a) Einnahmen:
1500 Gmm. Fleisch (mit 51.0 Gmm. N)
182 Gmm. Wasser.

b) Ausgaben:
durch Harn: 1060 Gmm. von 1053 spec. Gew.
mit 934 Gmm. HO
und 109.8 Gmm. Ur (51.2 Gmm. N)
durch Koth: 32.0 Gmm. mit 8.8 Gmm. festen Theilen (0.5 Gmm. N)
und 23.2 Gmm. HO
durch Haut und Lungen: 603 Gmm. vom Körper; darin 399 Gmm. HO.

c) Resultate am Körper (32.6 Kilogr.):
22 Gmm. Fleisch weg (0.8 Gmm. N)
19 Gmm. Fett oder Wasser weg.

B. Fleischnahrung, mit Laufen.
23.—26. Febr.

Es erfolgte eine Gewichtsabnahme von 480 Gmm.; da der Hund jedoch am 24. Febr. 142.4 Gmm. auf die vorhergehenden Tage treffenden Koths entleerte, die daher vom Anfangsgewicht abgehen, und da ferner zu den jetzigen drei Tagen 26.4 Gmm. trockenen und 78.3 Gmm. feuchten Koths gehören, die als noch nicht entfernt vom Endgewicht zu subtrahiren sind, so stellt sich eine wahre Körpergewichtsabnahme von 416 Gmm. heraus. In 4500 Gmm. verzehrten Fleisches sind 153.0 Gmm. N, in 351.475 Gmm. Ur sind 164.03 Gm. N; in 26.4 Gmm. trockenen Koths sind 1.72 Gmm. N. Es wurden also im Ganzen 165.75 Gmm. N entleert, demnach 12.75 Gmm. N mehr als eingenommen; diese entsprechen einer Abnahme des Körperfleischs von 375 Gmm. Da das Thier aber um 416 Gmm. an Gewicht abnahm, so muss es noch 41 Gmm. an Fett oder Wasser abgegeben haben.

	Wasser.	Stickstoff.	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Sauerstoff.
Einnahmen.					
4875 Fleisch	3700.12	165.75	610.35	84.34	251.06
2011 Wasser	2011.00	0	0	0	0
	5711.12	165.75	610.35	84.34	251.06
Ausgaben.					
3991 Harn	3585.00	164.03	70.29	23.51	93.74
78.3 Koth	51.9	1.72	11.41	1.71	3.58
2816 Haut u. Lungen	2074.22	0	828.65	59.12	153.74

Die Hauptrechnung ergiebt für die Menge der durch Haut und Lungen aus dem Körper entfernten Stoffe 2816 Gmm., die Controllrechnung 2817 Gmm.

Da es sicher steht, dass bei körperlicher Anstrengung mehr Sauerstoff eingeathmet und mehr Kohlensäure ausgeathmet wird, so ist wohl hier wie in der spätern Reihe mit Laufen noch Fett

vom Körper hergegeben und entsprechend Wasser zurückbehalten worden. Auf 24 Stunden reducirt zeigen sich folgende Verhältnisse:

a) Einnahmen:
1500 Gmm. Fleisch (mit 51.0 Gmm. N)
657 Gmm. Wasser.

b) Ausgaben:
durch Harn: 1330 Gmm. von 1044 spec. Gew.
mit 1195 Gmm. HO
und 117.2 Gmm. Ur (54.7 Gmm. N)
durch Koth: 26.1 Gmm. mit 8.8 Gmm. festen Theilen (0.6 Gmm. N)
und 17.3 Gmm. HO
durch Haut und Lungen: 939 Gmm. vom Körper; darin 691 Gmm. HO.

c) Resultate am Körper (32.3 Kilogr.):
125 Gmm. Fleisch weg (4.25 Gmm. N)
14 Gmm. Fett oder Wasser weg.

C. Fleischnahrung, ohne Laufen.
26.–29. Febr.

Der Hund nahm dabei um 110 Gmm. an Gewicht zu. Es ist aber zu berücksichtigen, dass am Ende der Reihe der auf die 3 Tage fallende Koth noch nicht entleert war, der darnach vom Endgewicht abgezogen werden muss; dieser beträgt feucht 75.6 Gmm. und trocken 26.4 Gmm. Der Körper nahm daher um 34 Gmm. an Gewicht zu. In 4500 Gmm. Fleisch sind 153.0 Gmm. N; in 329.785 Gmm. Ur sind 153.91 Gmm. N; in 26.4 Gmm. trocknen Koths sind 1.72 Gmm. N. Im Ganzen beträgt demnach die entleerte Stickstoffmenge 155.63 Gmm., also 2.63 Gmm. mehr als eingenommen, die in 77 Gmm. Fleisch enthalten sind, welche der Körper noch abgab. Da aber eine Gewichtszunahme von 34 Gmm. stattfand, so müssen noch 111 Gmm. an Wasser angesetzt worden sein.

	Wasser.	Stickstoff.	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Sauerstoff.
Einnahmen.					
4577 Fleisch	3473.94	155.63	573.04	79.18	235.71
308 Wasser	308.00	0	0	0	0
	3781.94	155.63	573.04	79.18	235.71
Ausgaben.					
3242 Harn	2862.00	153.91	65.96	21.96	87.95
75.6 Koth	59.20	1.72	11.41	1.71	3.58
1556 Haut u. Lungen	860.74	0	495.67	55.51	144.18

Die Hauptrechnung ergiebt für die Menge der durch Haut und Lungen aus dem Körper entfernten Stoffe 1556 Gmm., die Controllrechnung 1567. Auf 24 Stunden reducirt zeigen sich folgende Verhältnisse.

a) Einnahmen:

1500 Gmm. Fleisch (mit 51.0 Gmm. N)

140 Gmm. Wasser.

b) Ausgaben:

durch Harn: 1081 Gmm. von 1052 spec. Gew.
mit 954 Gmm. HO
und 109.93 Gmm. Ur (51.3 Gmm. N)

durch Koth: 25.2 Gmm. mit 8.8 Gmm. festen Theilen (0.6 Gmm. N)

durch Haut und Lungen: 519 Gmm. vom Körper; darin 287 Gmm. HO.

c) Resultate am Körper (32.1 Kilogr.):

26 Gmm. Fleisch weg (0.9 Gmm. N)

37 Gmm. Wasser an.

Reihe IV.

Diese letzte Versuchsreihe schliesst sich direkt an die vorhergehende an, es folgen darin noch 3 Tage mit und 3 Tage ohne Laufen bei der nämlichen Fütterung mit 1500 Gmm. Fleisch wie vorher. Es war nur der Unterschied, dass das

Fleisch erst gegeben wurde, als das Laufen vorüber war, da die Arbeit mit vollem Magen das Thier offenbar sehr angestrengt hatte. Damit das Fleisch den Tag darauf vollständig der Zersetzung anheimgefallen war, musste gegen 2 Uhr Nachmittags das letzte Laufen stattfinden.

Datum 1860.	Körpergewicht in Gmm.	Fleischnahrung in Gmm.	Wasser gesoffen in Gmm.	Harnmenge in Gmm.	Spec. Gew. des Harns.	Harnstoff in Gmm.	Arbeit in Radumgängen.	Koth in Gmm.
29. Febr.	32190	1500	415	1131	1050	111.389	1818 (I)	137.7 trocken 46.4 (wie Pomade.)
1. März	31940	1500	467	1167	1048	115.215	1740 (II)	0
2. „	31950	1500	353	1193	1046	115.760	1740 (III)	0
3. „	31880	1500	62	1067	1053	112.752	0	0
4. „	31890	1500	10	1014	1054	109.350	0	0
5. „	31890	1500	117	1040	1051	109.802	0	165.9 trocken 60.2.
6. „	31990							

		Zeit.	Dauer des Laufens in Minuten.	Zahl der Radumgänge.
I.	1)	9′ 4″ — 9′ 7″ =	3	86
	2)	9′ 23″ — 9′ 33″ =	10	322
	3)	10′ 12″ — 10′ 22″ =	10	290
	4)	11′ 18″ — 11′ 28″ =	10	288
	5)	12′ 17″ — 12′ 27″ =	10	287
	6)	1′ 8″ — 1′ 18″ =	10	264
	7)	2′ 14″ — 2′ 24″ =	10	281
			63	1818
II.	1)	9′ 4″ — 9′ 14″ =	10	305
	2)	9′ 51″ — 10′ 1″ =	10	268
	3)	10′ 48″ — 10′ 58″ =	10	307
	4)	12′ 14″ — 12′ 24″ =	10	285
	5)	1′ 4″ — 1′ 14″ =	10	280
	6)	2′ 0″ — 2′ 10″ =	10	295
			60	1740
III.	1)	8′ 54″ — 9′ 4″ =	10	299
	2)	9′ 50″ — 10′ 0″ =	10	282

Zeit.		Dauer des Laufens in Minuten.	Zahl der Radumgänge.	
3) 10′ 48″ — 10′ 58″	=	10	280	
4) 12′ 14″ — 12′ 24″	=	10	279	er läuft merklich leichter als bei der Reihe III.
5) 1′ 9″ — 1′ 19″	=	10	304	
6) 1′ 54″ — 2′ 4″	=	10	296	
		60	1740	

A. Fleischnahrung, mit Laufen.
29. Febr. — 3. März.

Der Hund nahm dabei um 310 Gmm. an Gewicht ab; es ist aber zu berücksichtigen, dass er am 29. Febr. 137.7 Gmm. Koth entleerte, der sämmtlich zu den vorhergehenden Tagen gehört und vom Anfangsgewichte abzuziehen ist. Am Ende der Reihe ist noch der Koth der jetzigen 3 Tage, zurück und zwar 72.9 Gmm. feuchter und 26.4 Gmm. trockner Koth, die vom Endgewicht subtrahirt werden müssen. Darnach erhält man eine Gewichtsabnahme von 245 Gmm. In 4500 Gmm. gefressenen Fleisches sind 153 Gmm. N; in 342.364 Gmm. Ur sind 159.78 Gmm. N; in den 26.4 Gmm. trocknen Koths sind 1.72 Gmm. N. Es wurden also im Ganzen 161.50 Gmm. N entleert; dies macht 8.5 Gmm. mehr als aufgenommen, welche in 250 Gmm. Fleisch vom Körper hergegeben wurden. Da aber eine Gewichtsabnahme von 245 Gmm. stattfand, so ist ein Ansatz von 5 Gmm. Wasser erfolgt.

	Wasser.	Stickstoff.	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Sauerstoff.
Einnahmen.					
4750 Fleisch	3605.25	161.50	594.70	82.17	244.62
1230 Wasser	1230.00	0	0	0	0
	4835.25	161.50	594.70	82.17	244.62
Ausgaben.					
3491 Harn	3096.00	159.78	68.47	22.80	91.31
72.9 Koth	46.50	1.72	11.41	1.71	3.58
2415 Haut u. Lungen	1692.75	0	514.82	57.66	149.73

Die Hauptrechnung ergiebt für die Menge der durch Haut und Lungen aus dem Körper entfernten Stoffe 2415 Gmm., die Controllrechnung 2416 Gmm.

Auf 24 Stunden reducirt zeigen sich folgende Verhältnisse:

a) Einnahmen:
1500 Gmm. Fleisch (mit 51.0 Gmm. N)
412 Gmm. Wasser.

b) Ausgaben:
durch Harn: 1164 Gmm. von 1048 spec. Gew.
mit 1032 Gmm. HO
und 114.1 Gmm. Ur (53.3 Gmm. N)
durch Koth: 24.3 Gmm. mit 8.8 Gmm. festen Theilen (0.6 Gmm. N)
und 15.5 Gmm. HO
durch Haut und Lungen: 805 Gmm. vom Körper; darin 564 Gmm. HO.

c) Resultate am Körper (32.0 Kilogr.):
83 Gmm. Fleisch weg (2.8 Gmm. N)
2 Gmm. Wasser an.

B. Fleischnahrung, ohne Laufen.
3.—6. März.

Er nahm dabei um 110 Gmm. an Gewicht zu; es ist aber zu berücksichtigen, dass am Schluss noch der Koth der 3 Tage im Leibe sich befindet und zwar 72.9 Gmm. feuchter und 26.4 Gmm. trockner Koth, die vom Endgewicht abgehen; darnach nahm der Hund um 37 Gmm. an Gewicht zu. In 4500 Gmm. Fleisch sind 153.0 Gmm. N; in 333.904 Gmm. Ur sind 154.90 Gmm. N; in 26.4 Gmm. Koth sind 1.72 Gmm. N. Im Ganzen wurden daher 3.62 Gmm. N mehr abgegeben als eingenommen, die in 106 Gmm. Fleisch enthalten sind, welche vom Körper darüber hergegeben wurden. Da aber eine Gewichtszunahme von 37 Gmm. stattfand, so muss das Thier noch 143 Gmm. an Wasser angesetzt haben.

	Wasser.	Stick-stoff.	Kohlen-stoff.	Wasser-stoff.	Sauer-stoff.
Einnahmen.					
4606 Fleisch	3495.95	156.62	576.67	79.68	237.21
46 Wasser	46.00	0	0	0	0
	3541.95	156.62	576.67	79.68	237.21
Ausgaben.					
3121 Harn	2738.00	154.90	66.38	22.10	88.52
72.9 Koth	46.50	1.72	11.41	1.71	3.58
1457 Haut u. Lungen	757.45	0	498.88	55.87	145.11

Die Hauptrechnung ergiebt für die Menge der durch Haut und Lungen aus dem Körper entfernten Stoffe 1457 Gmm., die Controllrechnung 1458 Gmm.

Auf 24 Stunden reducirt ergeben sich folgende Verhältnisse:

a) Einnahmen:

1500 Gmm. Fleisch (mit 51.0 Gmm. N)
63 Gmm. Wasser.

b) Ausgaben:

durch Harn: 1040 Gmm. von 1053 spec. Gew.
mit 913 Gmm. HO
und 110.63 Gmm. Ur (51.6 Gmm. N)

durch Koth: 24.3 Gmm. mit 8.8 Gmm. festen Theilen (0.6 Gmm. N)
und 15.5 Gmm. HO

durch Haut und Lungen: 486 Gmm. vom Körper; darin (252 Gmm. HO.)

c) Resultate am Körper (31.9 Kilogr.):

35 Gmm. Fleisch weg (1.19 Gmm. N)
48 Gmm. Wasser angesetzt.

Ehe ich zu einer nähern Betrachtung dieser Stoffwechselresultate übergehe, will ich die Versuche, welche die vom Hund geleistete Arbeit kennen lehren sollten, anführen, um vor Allem

ein Urtheil über die Grösse derselben zu gewinnen. Ich wurde dabei durch meinen Bruder Dr. Ernst Voit unterstützt, ohne dessen Mithülfe die Erledigung dieser Frage wohl nicht zu Stande gekommen wäre.

Man kann auf zwei verschiedenen Wegen zum erwünschten Ziele kommen, entweder indem man zuerst den Hund allein betrachtet und überlegt, welche Kraft er aufwenden muss um seinen Körper mit der bekannten Geschwindigkeit auf die betreffende Höhe zu erheben, oder indem man zweitens das Rad allein berücksichtigt und die zu seiner Bewegung nöthige Kraft zu bestimmen sucht.

1) Der Hund hat als Hauptarbeit sich im Rad auf eine bestimmte Höhe gehoben, dabei aber seinem Körper noch eine vertikale und seinen Beinen eine horizontale Bewegung ertheilt. Wäre er langsam gelaufen, so hätte man die beiden letztern Faktoren ganz vernachlässigen können, da diess aber nicht der Fall war, mussten sie thunlichst berücksichtigt werden.

Am 26. Januar (Reihe II) hatte der Hund ein mittleres Körpergewicht von 31.5 Kilogramm. In 60 Minuten drehte sich das Rad während des Laufens 1564 mal herum, es durchlief also, da der Radumfang 9.62724 Meter beträgt, ein Punkt am Radumfang in 60 Minuten 15056 Meter und in 1 Sekunde 4.18 Meter. Wir suchten nun zu bestimmen, wieviel Schritte das Thier während dieser Zeit ausführte; es blieb natürlich nichts anderes übrig als die Schritte des Hunds während einer gewissen Zeit, in der eine bestimmte Anzahl Radumdrehungen gemacht wurden, zu zählen. Diese Zählung ist aber nicht so einfach als man glaubt, da wegen der grossen Schnelligkeit der Bewegungen Irrungen sehr leicht möglich sind. Wir bestimmten in einem Fall bei etwas unregelmässigem Laufen in fünf Minuten während 163 Radumgängen 556 Schritte mit einem Vorderbein (Vor- und Rückgang eines Beins, Doppelschritt); in einem zweiten Fall waren bei sehr gleichmässigem Lauf in 5 Minuten 138 Umgänge vorhanden und wurden von dem einen von uns 588 Schritte an einem Vorderfuss, vom andern von uns 580 Schritte an dem einen Hinterfuss gezählt.

Mit Weber die Schrittdauer beim Laufen als nahezu gleich bleibend und nur die Grösse der Schritte wechselnd angenommen, was in unserm Fall bei dem gleichmässigen Laufen des Hunds um so eher richtig ist, hätte 1 Bein des Hunds (bei 580 Schritten in 5 Minuten) 6960 Doppelschritte in 1 Stunde oder 1 Doppelschritt in 0.517 Sekunden gemacht. Der durch 1 Schritt (Vor- und Rückgang im Rad) eines Beins durchmessene Weg beträgt $\frac{15056}{6960}$ = 2.16 Meter. Da der Zeitraum vom Aufheben eines Beins bis zum abermaligen Aufheben desselben 2 einfache Schritte umfasst, so sind bei 1 einfachen Schritt 1.08 Meter Weg im Rad durchmessen worden. — Wir haben nun die einfache Schrittlänge des laufenden Hunds auch direkt gemessen; die Länge eines solchen Schrittes beim gleichmässigen Laufen im Rad war 0.917 Meter, d. i. im Bogen 0.968 Meter Weg; als wir den Hund mit derselben Geschwindigkeit im Schnee laufen liessen, betrug die Schrittlänge 0.956 Meter. Es müssen also nach der Differenz des vom Rad und vom Hund bei einem Schritt durchlaufenen Wegs bei jedem einfachen Schritt 0.112 Meter Radumfang unter ihm leer hindurchgelaufen sein, d. h. der Hund hat sich bei jedem Hin- und Hergang eines Beins 0.4634 Sekunden auf dem Boden und 0.0536 Sekunden (den 9ten Theil) in der Luft befunden.

Der Hund ist bei der gemachten Schrittzahl in die Höhe gestiegen. Denkt man sich das Rad fest und den Hund 1 Schritt machend, so muss er dabei seinen Körper auf die entsprechende Höhe, um die das freie Rad herab sinkt, heben; er wird also bei 1 Radumdrehung um die Höhe des Raddurchmessers in die Höhe gestiegen sein. Bei 1564 Umgängen ist demnach beim Laufen die Höhe von 4795 Meter erstiegen worden, von welcher Zahl noch abgeht, was leer unter dem Thier beim Schweben in der Luft durchgelaufen ist. Letzteres macht 1559 Meter in 1 Stunde aus, d. i. 162.03 Umgänge = 496.8 Meter Höhe entsprechend, die von 4795 Meter abgezogen werden müssen. Wir finden demnach am 26. Jan. eine Ersteigung einer Höhe von 4298 Meter in 1 Stunde. Wir haben zur Controlle direkt die Erhebung bei einem Doppelschritt bestimmt und zwar aus

der gemessenen einfachen Schrittlänge von 0.968 Meter; diese entspricht als Sehne an der beobachteten Stelle des Rads 0.606 Meter Höhe, also bei 6960 Schritten 4218 Meter Höhe, was mit der ersten Zahl gut stimmt. Nehmen wir die letztere kleinere Grösse an, so hat der Hund sein Gewicht von 31.5 Kilogramm 4218 Meter hoch gehoben = 132867 Kilogrammeter in 1 Stunde.

Dazu kommen nun noch die vertikalen Schwankungen des Körpers und die horizontale Fortbewegung der Beine. Wir haben die vertikale Erhebung des Hunds während des Laufens im Durchschnitt auf 20 Millimeter bestimmt. Bei einem Doppelschritt erhebt er sich also auf 0.04 Meter und bei 6960 Schritten auf 2784 Meter = 8759 Kilogrammeter in 1 Stunde.

Poisson (Traité de mécanique, T. II. Paris 1833. §. 688) berechnet die Grösse der Arbeit eines auf horizontalem Wege gehenden Menschen, indem er sich die ganze Masse des Körpers im Schwerpunkt vereinigt denkt und die Bewegung desselben betrachtet. Er nimmt die Bahn des Schwerpunkts als Kreisbogen an, dessen Radius die Länge des Beins ist; die Arbeit ist somit nach Poisson die vertikale Erhebung in diesem Kreisbogen und die horizontale Bewegung des Schwerpunkts. Die Gebrüder Weber bestreiten in ihrem Werke über die Mechanik der menschlichen Gehwerkzeuge S. 418 die Gültigkeit obiger Voraussetzungen und geben an, welche Verbesserung man an Poisson's Rechnung unter Einführung richtiger Voraussetzungen anbringen muss. Sie sagen: „Es braucht nämlich nur die Höhe, bis zu welcher nach Poisson der Schwerpunkt in jener Kreisbahn in die Höhe steigt, mit der Höhe vertauscht zu werden, bis zu welcher der Schwerpunkt im Augenblick, wo das vordere Bein zur senkrechten Lage gelangt, plötzlich gehoben wird; und statt der lebendigen Kraft, die nach Poisson der ganze Körper in der ersten Hälfte des Schritts gewinnt und in der zweiten Hälfte wieder verliert, braucht nur die lebendige Kraft gesetzt zu werden, die das aufgehobene Bein in der Zeit, wo es schwingt, gewinnt und in dem Augenblicke, wo es auftritt, wieder verliert; alsdann erhält man die richtige Angabe über die Grösse der Arbeit.“

Die Gebrüder Weber geben (a. a. O. S. 359) die Formel für die Geschwindigkeit, die das schwingende Bein beim Auftreten besitzt, an $= \left(1 + r n t \frac{\pi}{T}\right)$ c.

c = die Geschwindigkeit der Masse m des Schwerpunkts des Körpers. Ein Punkt am Radumfang durchläuft in 1 Stunde 15056 Meter; ein Punkt des Körpers in derselben Entfernung wegen des Durchlaufens eines Theils des Rads 15056 — 1559 = 13497 Meter in 1 Stunde. Der Schwerpunkt des Hunds ist etwa 0.53 Meter über dem Boden. Da der Radius des Rads 1.533 Meter lang ist, so ist die Entfernung des Schwerpunkts des Hunds 1 Meter vom Radmittelpunkt entfernt, für den sich nun die Geschwindigkeit von 8804 Meter in 1 Stunde oder 2.44 Meter in 1 Sekunde (= c) rechnet.

r = das Verhältniss der Länge des ganzen Beins zur Entfernung von m (Schwerpunkt des Körpers) und m′ (Schwerpunkt des Beins). Die Länge des Vorderbeins = 0.518 Meter, die des Hinterbeins 0.601 Meter, im Mittel 0.56 Meter; r = 1 : 0.2 = $\frac{1}{5}$.

$n = \sqrt{1 + \frac{r(h-s)^2}{g\, l\, tt}}$; h = die Vertikalhöhe des Beins, die zu 0.493 Meter gefunden wurde.

s = die vertikale Erhebung des Mittelpunkts des Körpers in der Zeit t = 0 0317 . — g = 9.808.

l = die Beinlänge bei der grössten Streckung = 0.64 Meter.

t = der Abschnitt, wo der Hund auf 1 Bein steht = 0.2312.

T = die ganze Schwingungsdauer bei einem Hin- und Hergang = 0.517 Sekunden.

π = 3.1416.

Setzt man diese Zahlenwerthe in die Gleichung ein, so bekommt man v = 2.72.

m′ = die Masse eines Beins; wir nehmen das Gewicht der 4 Beine zu 9 Kilogrammen bei 33 Klgmm. Körpergewicht; dies giebt für ein Bein im Mittel 2.25 Kilogrammen; die Masse ist also $\frac{2.25}{9.808}$ = 0.229 (= m′), oder für die 4 Beine 0.916.

$\frac{1}{2}$ m′ v² = 7.4 × 0.458 = 3.39 für 1 Schritt der 4 Beine,

für 6960 Schritte = 23594 Kilogrammeter.

Wir finden also als täglich geleistete Arbeit

a) 132867 Kgmmeter für das Heben des Körpergewichts auf die Höhe des Rads,

b) 8759 Kgmmeter für die vertikalen Körperschwankungen,

c) 23595 Kgmmeter für die Pendelschwingung der Beine.

165220 Kilogrammeter.

2) Man kann noch auf einem andern Wege die vom Hund geleistete Arbeit schätzen, wenn man nur die Effekte am Rad einer Betrachtung unterzieht. Wir haben mit grossem Zeitaufwand die einzelnen Theile des Rads ausgemessen und darnach das Volum derselben gerechnet; aus dem Volum und dem specifischen Gewicht bestimmten wir das absolute Gewicht; wir berechneten so die Schwere des Rads zu 161.7221 Kilogmm., während es 160.79 Kilogmm. wog. Aus dem Gewicht ergab sich die Masse (m) der einzelnen Theile und mit Zugrundelegung der von uns gemessenen Entfernung der einzelnen Radstücke von der Axe (r) die Grösse mr (= 17.2845), und mr^2 (= 24.0165). Nun ist

$$R = \frac{\Sigma\, m\, r^2}{\Sigma\, m\, r} = 1.3895$$

$$M = \frac{161.7221}{9.808} = 16.4888$$

Der ideale Halbmesser der totalen Masse R = 1.3895 × 2 π = 8.7305. Das Rad machte 1564 Umgänge in 1 Stunde, also in 1 Sekunde 0.4344 Umgänge. 0.4344 × 8.7305 = 3.7925 d. i. die Geschwindigkeit am Anfang 1 Sekunde in Metern ausgedrückt.

Wir haben nun am Rad direkte Versuche angestellt, um die Verluste durch die Widerstände in demselben, welche der laufende Hund zur Erhaltung der Radgeschwindigkeit ersetzen muss, zu finden. Dreht man nach Belastung der Axe mit 32 Ki-

logramm Gewicht (Gewicht des Hunds) das Rad mit der gleichen Geschwindigkeit wie sonst der Hund und misst dann, wieviel das Rad in der Minute wegen der Widerstände an Geschwindigkeit verliert, so findet man in der Minute (im Mittel aus einer Reihe von Versuchen) 2 Umgänge weniger, also in der Sekunde 0.0333 Umgänge, die der Hund durch seine Arbeit ersetzen muss. Man hat daher

$$0.4344 - 0.0333 = 0.4011 \times 8.7305 = 3.5018$$

d. i. die Geschwindigkeit am Ende 1 Sekunde in Meter ausgedrückt.

$$3.7925^2 = 14.3831$$
$$3.5018^2 = 12.2626$$

zu ersetzender Verlust $= 2.1205 \times \frac{M}{2} = 17.482 \times 3600 = 62936$ Kilogrammeter.

Um dem Rad die Anfangsgeschwindigkeit zu ertheilen, die am Ende des Versuchs nicht durch die Reibung, sondern dadurch dass der Hund sich durch das Rad rückwärts hinaufnehmen lässt, aufgehoben wird, ist keine grosse Kraft erforderlich; sie beträgt nach $\frac{1}{2}$ m v² $= \frac{16.5}{2} \times 14.4 = 119$ Kilogrammeter.

Dann muss in Betracht gezogen werden, dass die Beine des Hunds mit einer gewissen lebendigen Kraft gegen das Rad stossen und mit dieser Kraft die lebendige Kraft des Rads aufhalten; das Rad muss die lebendige Kraft der Beine ganz aufheben. Der Hund giebt durch seine Arbeit den Beinen diese Kraft, die wir vorher zu 23594 Kilogrammeter fanden.

Endlich ist der Masse des Hunds bei jedem Schritte eine solche Geschwindigkeit zu ertheilen, dass der Schwerpunkt des Körpers stets an demselben Ort bleibt. Die Geschwindigkeit des Schwerpunkts des Hunds ist 2.44 Meter in 1 Sekunde und die Masse des Hunds = 3.26;

$$\frac{1}{2} \text{m v}^2 = 5.954 \times 1.63 = 9705 \times 6960 = 67547 \text{ Klgrammeter.}$$

Wir erhalten also auf diesem Wege:

a) 62936 Kilogrammeter um den durch die Radwiderstände herbeigeführten Verlust zu ersetzen.

b) 117 Kilogrammeter um dem Rad die Anfangsgeschwindigkeit zu ertheilen.

c) 23594 Kilogrammeter verwendet zum Aufhalten des Rads durch die lebendige Kraft der Beine.

d) 67547 Kilogrammeter um den Hund an Ort und Stelle zu erhalten.

154196 Kilogrammeter.

Durch die erste Methode fanden wir 165220; durch die letztere 154196 Kilogrammeter Arbeit, die der Hund im Tag (26. Jan.) leistete. Die Arbeit an den übrigen Tagen ist von der am 26. Jan. wenig abweichend. So ist die Hauptleistung, die des Ersteigens der Höhe des Raddurchmessers bei jedem Umgang:

14.	Jan.	152146	Kilogrammeter
16.	"	143470	"
26.	"	132867	"
27.	"	125837	"
28.	"	121714	"
23.	Febr.	148800	"
24.	"	158966	"
25.	"	148916	"
29.	"	158659	"
1.	März	152699	"
2.	"	152556	"

Es hat kein Interesse die vollständige Rechnung für jeden Tag auszuführen, da ich mit den Zahlen keineswegs ein genau zutreffendes Resultat zu geben beabsichtige; obige zwei Methoden der Berechnung sollen nur zeigen, dass der Hund einen sehr grosen mechanischen Effekt hervorbrachte, so gross, um allenfallsige Aenderungen im Stoffwechsel wahrnehmen lassen zu können. Schätzen wir in runder Zahl die vom Thier beim Laufen im Rad geleistete Arbeit auf 150000 Kilogrammeter.

Die Geschwindigkeit des Thiers war eine sehr grosse, zu-

dem es nicht auf horizontaler Bahn lief, sondern eine beträchtliche Höhe und zwar im Mittel 4541 Meter in 1 Stunde erstieg. Die Dauer eines einfachen Schrittes betrug 0.258 Sekunden, die mittlere Schrittlänge 1.14 Meter und die Geschwindigkeit in einer Sekunde 4.43 Meter Weg im Mittel. Die Geschwindigkeit von 4.43 Meter in der Sekunde ist nicht zu gross, denn man rechnet für einen tüchtigen Fussgänger 1.25 Meter in der Sekunde, für das schnellste Gehen des Menschen 2.6 Meter und für das schnellste Laufen desselben 6.5 Meter, für einen Windhund 25.11 Meter, für ein englisches Rennpferd 14.12 Meter. Weber bestimmte (a. a. O. S. 292) die Schrittlänge des Menschen beim schnellsten Laufen (6.58 Meter in der Sekunde) zu 1.786 Meter und die Schrittdauer zu 0.254 Sekunden.

Es ist von Interesse die von Menschen und andern Thieren im Tag zu leistende Arbeit mit der unseres Hundes in Vergleich zu setzen. F. Redtenbacher (Resultate für den Maschinenbau 1860, S. 256) stellt aus vielen Angaben folgende Tabelle zusammen. Er nimmt dabei eine ohne Nachtheil für die Gesundheit zu ertragende andauernde Thätigkeit, die grösste Wirkung im Tag unter den vortheilhaftesten Bedingungen und eine Arbeitszeit von 8 Stunden (τ).

Individuum.	Gewicht in Klgmm.	Maschine.	Widerstand (k) in Kilogramm.	Geschwindigkeit (c) in Meter.	Kilogrammeter in 1 Sekunde (k c)	Kilogrammeter in 8 Stunden (2880 k c τ)
Mensch	70	ohne Maschine	14	0.8	11.2	316800
		am Hebel	5	1.1	5.5	158400
		an der Kurbel	8	0.8	6.4	184320
		am Göpel	12	0.6	7.2	207360
		am Tretrad	12	0.7	8.4	241920
		24° Ansteigen am Tretrad	60	0.2	12.0	345600
Pferd	280	ohne Maschine	56	1.3	72.8	2102400
		am Göpel	44	0.9	39.6	1152000
Ochs	280	ohne Maschine	60	0.8	48.0	1382400
		am Göpel	65	0.6	39.0	1123200
Maulesel	234	ohne Maschine	47	1.1	51.7	1497600
		am Göpel	30	0.9	27.0	777600
Esel	168	ohne Maschine	37	0.8	29.6	864000
		am Göpel	14	0.8	11.2	316800

Nimmt man aus dieser Reihe die mit unserm Fall übereinstimmendsten Fälle heraus und berechnet die Leistung in Kilogrammeter in 1 Sekunde für 1 Kilogramm Körpergewicht, so erhält man:

Mensch im Steigrad	0.171
Pferd ohne Maschine.	0.261
Ochs „ „	0.172
Maulesel „ „	0.222
Esel „ „	0.178

Auf 1 Kilogramm Körpergewicht kommt also eine Lasterhebung von 0 2 Kilogrammeter in 1 Sekunde, also in 8 Stunden (Tagarbeit) 5760 Kilogrammeter. Unser Hund von 32 Kilogramm Gewicht hätte darnach 184000 Kilogrammeter als tägliche Arbeit heben können.

Man nimmt für gewöhnlich an, dass der Körper in der Sekunde einen 4mal so grossen Widerstand, als der angegebene beträgt, überwinden kann, aber dann nur mit sehr kleiner Geschwindigkeit und während eines Tags nur eine kurze Arbeitszeit hindurch. Für einen Arbeiter rechnet man durchschnittlich im Tag mit der Ruhe eine Sekundenleistung von 2.3, während der 8stündigen Arbeitszeit von 7.0 Kilogrammeter; bei starker Anstrengung kann auf Kosten der Arbeitszeit diese Lasterhebung in der Sekunde um 4mal etwa vermehrt werden = 28 Kilogrammeter. Unser Hund verrichtete in 1 Stunde im Tag 150000 Kilogrammeter Arbeit, was ihn sehr ermüdete; keineswegs hätte er dies aber eine ganze Stunde hintereinander vollbracht, denn er lief bei dieser Anstrengung mit Mühe 10 Minuten lang, musste dann während 1 Stunde sich wieder erholen und konnte dann erst von Neuem an das Werk gehen. Wir können zusehen, wie gross die Concentration der Kraft ist, wenn bei 1stündiger täglicher Arbeit je 10 Minuten lang äussere mechanische Effekte ausgeübt werden. Das Thier hatte, wenn man die Ruhezeit einrechnet, eine Sekundenleistung von 1.7 Kilogrammeter verrichtet, während der Arbeitszeit von 41.7 Kilogrammeter; es ist also eine 24fache Concentration der Kraft auf Kosten der Arbeitszeit eingetreten.

Wir fragen uns nun, was hat diese vom Hund geleistete grosse Arbeit für Aenderungen im Stoffwechsel in den 4 angeführten Reihen, deren Hauptresultate ich zur bessern Vergleichung nochmals zusammenstelle, zur Folge gehabt.

		Aenderung im Körpergew.	Fleischverbrauch	Wasser gesoffen.	Harnmenge.	Spec. Gew. des Harns.	Harnstoffmenge.	In die Respiration vom Körper u. Nahrung.	Wasser durch Haut und Lungen.
Reihe I	ohne Laufen	— 423	196	258	186	1042	14.3	429	—
	mit "	— 452	227	872	518	1017	16.6	809	—
Reihe II	ohne Laufen	— 515	164	123	145	1049	11.9	495	466
	mit "	— 320	167	527	186	1039	12.3	661	635
	ohne "	— 340	149	125	143	1046	10.9	322	299
Reihe III	ohne Laufen	— 41	1522	182	1060	1053	109.8	603	399
	mit "	— 139	1625	657	1330	1044	117.2	939	691
	ohne "	+ 11	1526	140	1081	1052	109.9	519	287
Reihe IV	mit Laufen	— 62	1583	412	1164	1048	114.1	805	564
	ohne "	+ 12	1535	63	1040	1053	110.6	486	252

Halten wir uns zunächst an das Wichtigste, nämlich die Umsetzung des Eiweisses und den dadurch gebildeten Harnstoff.

Die erste Reihe, während der der Hund hungerte, zeigt uns schon, dass keine grossen Differenzen im Harnstoff ohne und mit der Arbeit existiren; es ist aber dieselbe für weitere Schlüsse wenig brauchbar, weil es bei so kleinen Unterschieden in der Harnstoffmenge, wie erst durch den Versuch ersichtlich wurde, nöthig ist mehrere Tage hinter einander unter gleichen Bedingungen zu untersuchen und nicht, wie es hier geschah, täglich zu wechseln. Ich habe auch noch in dieser Reihe aus Mangel an Erfahrung vernachlässigt, täglich vor dem Wiegen den Hund mehrmals den Harn entleeren zu lassen, daher am vierten Tage erst das Plus erschien, was die Tage vorher zurückgehalten worden war. Die Ausscheidungsgrösse des Harnstoffs ohne das Laufen betrug in 24 Stunden im Mittel aus dem ersten und letzten Tag 14.3 Grmm; an dem dritten Tag ohne Laufen ebenfalls 14.3 Grmm. Man kann daher diese

Zahl als die ohne Arbeit erhaltene betrachten; dann träfen auf einen Arbeitstag 16.6 Gmm. Harnstoff, also beim Laufen höchstens 2.4 Gmm. mehr als ohne dasselbe.

Da dieses Ergebniss wider alles Erwarten und ausserordentlich auffallend war, wurde die zweite Hungerreihe angestellt, in der aber drei Tage hinter einander das Laufen fortgesetzt und möglichst auf völlige Entleerung des 24stündigen Harns gesehen wurde. Dennoch blieb das Resultat das Gleiche wie vorher, ja es ist der Unterschied in der Harnstoffmenge noch kleiner wie in der ersten Reihe. Rechnet man den ersten Tag ab, wo wegen des vorhergehenden guten Fressens noch mehr Eiweiss sich umsetzte, so bekommen wir aus den Tagen 2, 3, 7, 8, 9 ohne Arbeit als Mittelzahl 10.88 Gmm. Harnstoff (10.16 — 11.55), aus den Tagen 4, 5, 6 mit Arbeit aber 12.33 Gmm. (12.15—12.63), also im letztern Falle nur 1.45 Gmm. Harnstoff mehr. Es blieb somit keinem Zweifel unterworfen, dass sich beim Hungern durch Körperbewegung der Umsatz der stickstoffhaltigen Theile nur sehr wenig vermehrt.

In der dritten und vierten Reihe bei Fütterung mit 1500 Gmm. Fleisch stellen sich folgende Mittelzahlen heraus:

1) 109.773 Gmm. Harnstoff ohne Laufen;
2) 117.158 „ „ mit „ bei vollem Magen;
3) 109.928 „ „ ohne „
4) 114.125 „ „ mit „ bei leerem Magen;
5) 110.634 „ „ ohne „

Wir sehen also bei einem Mittel von 110.11 Gmm. Harnstoff im Tag nur eine Vermehrung um 7.05 Gmm. Harnstoff beim Laufen mit vollem Magen und um 4.01 Gmm. beim Laufen mit leerem Magen eintreten.

Auch diese bei reichlicher Nahrungseinnahme gefundenen Unterschiede sind sehr gering, viel geringer als von vornherein erwartet worden war. Ich hatte mir gedacht, es müsste wenigstens beim Hunger, wo gerade nur das Aeusserste an Eiweiss zersetzt wird, nicht mehr Kraft ausser der Wärme verfügbar werden als unumgänglich für die Bedürfnisse des Lebens während der Ruhe nothwendig ist und desshalb bei einer weitern körperlichen An-

strengung von einer die übrigen mechanischen Bewegungen im Körper übertreffenden Grösse viel mehr, doppelt und dreifach so viel Eiweiss der Zersetzung anheimfallen. Dem war aber nicht so; beim Hunger ist die Differenz kaum nachweisbar, bei reichlicher Fleischnahrung nur unbedeutend grösser. Schon damit waren die bisherigen von uns und Andern verfochtenen Anschauungen über den Stoffverbrauch bei der Arbeit tief erschüttert, sie sind aber völlig umzustürzen, da man beweisen kann, dass die beobachtete geringe Vermehrung des Eiweissumsatzes nicht in der Arbeit, sondern in etwas anderem ihre Quelle hat.

Dieser Beweis ergiebt sich aufs Sicherste, wenn man die einzelnen Reihen näher betrachtet. Bei Fleischkost ist die Harnstoffdifferenz ohne und mit Laufen grösser als beim Hunger; weil aber bei der Nahrungseinnahme nicht entsprechend mehr mechanischer Effekt nach Aussen geleistet worden ist als bei der Nahrungsentziehung, so kann unmöglich der Mehrverbrauch bei ersterer durch die Arbeit direkt bedingt oder zum Zustandekommen derselben nothwendig gewesen sein, die Ursache muss in etwas anderem gesucht werden. Denn beim Vergleich der Zahlen der im Tag hervorgebrachten Radumdrehungen und der gleichzeitig entleerten Harnstoffquantitäten stellt sich folgendes heraus:

1)	beim Hunger	1639	Radumgänge	= + 2.40	Gmm.	Harnstoff
2)	„ „	1493	„	= + 1.45	„	„
3)	bei Fleischkost	1713	„	= + 7.05	„	„
4)	„ „	1766	„	= + 4.01	„	„

Bei einer Schwankung von 0 bis 1566 Radumgängen trat bei täglicher Bewegung im Mittel eine Vermehrung von 1.92 Gmm. Harnstoff ein, also hätte entsprechend bei 1739 Umdrehungen höchstens eine weitere Vermehrung von 0.21 Gmm. Harnstoff stattfinden dürfen, während eine solche von 4.01 und 7.05 Gmm. in der That eintrat. Da somit das Laufen offenbar nicht die Bedingung für den etwas grösseren Eiweissumsatz in der dritten und vierten Reihe war, so könnte höchstens die Vermehrung von 2.4 und 1.45 Gmm. Harnstoff in den beiden ersten Reihen in Folge der Arbeit entstanden sein; für die

letzteren Reihen ist jedenfalls ein anderes die grössere Zerstörung des Eiweisses bewirkendes Moment von Einfluss gewesen. Aber auch für die Reihen 1 und 2 können Faktoren als zur Wirksamkeit kommend aufgezählt werden, die für sich ohne Arbeit den Umsatz verstärken, so dass selbst beim Hunger ein direktes Eingreifen der Bewegung in die Zersetzungen nicht denkbar ist.

Während des Laufens kommen, wie gesagt, Bedingungen hinzu, die schon für sich eine stärkere Eiweisszersetzung hervorrufen. Es wurde vor Allem während der angestrengten Thätigkeit viel Wasser durch Haut und Lungen verdunstet, in Folge davon mehr Wasser als unter den gleichen Umständen sonst gesoffen und desswegen mehr und ein verdünnterer Harn entleert. Die Differenzen ohne und mit Laufen stellen sich so, dass man beim Laufen um folgende Zahlen in Grammen ausgedrückt mehr erhält:

Reihe	Differenz in der Wasseraufnahme	Differenz im Wasser des Harns	Differenz im Wasser der Respiration	Harnstoff-Differenz
I)	614	329	353	2.40
II)	403	42	253	1.45
III)	496	261	348	7.05
IV)	311	98	312	4.01

Ich habe schon bei der Untersuchung über die Wirkung des Kochsalzes den Einfluss des grösseren Säftestromes im Körper auf die Quantität der Eiweisszersetzung nachzuweisen versucht. Eine Verstärkung dieses Säftestromes tritt unter manchen Umständen ein, so bei einer grösseren Menge resorbirten Salzes, oder bei vermehrter Wasseraufnahme etc., wodurch dann den Organen mehr Eiweiss zugeführt, in Folge davon mehr verbrannt und mehr Harnstoff gebildet wird. Mit einem stärkeren Zufluss von Ernährungsflüssigkeit ist zwar nicht immer eine grössere Wasserausscheidung durch den Harn verbunden, letztere tritt vorzüglich nur dann ein, wenn zu viel Wasser aufgenommen worden oder wenn mehr Stoffe durch den Harn zu entfernen sind; ich fand früher für ein Plus von 100 Grmm. Wasser im Harn 1.7

Gmm. Harnstoff mehr. Da wir nun auch in unserem jetzigen Falle eine reichlichere Wasseraufnahme, ferner eine grössere Ausscheidung desselben im Harn und der Respiration haben, so ist sicherlich wenigstens ein Theil der nur wenig vermehrten Zersetzung beim Laufen im Hungerzustand und bei Fleischnahrung durch die angegebene Ursache hervorgerufen worden.

Dazu kommt nun noch der Einfluss der verstärkten Herz- Athem- und Körperbewegung auf die Cirkulationsverhältnisse im Organismus. Der intermediäre Stoffkreislauf nimmt auch dadurch grössere Dimensionen an. Beim Hungern kann aber trotz aller dieser Förderungsmomente für den Stoffwechsel während der Arbeit nur wenig Effekt eintreten, weil wegen Mangel an Blastemflüssigkeit überhaupt nicht viel mehr Eiweiss disponibel ist und cirkuliren kann. Anders stellen sich jedoch die Dinge bei Einnahme von Nahrung. Bei ungenügender Fleischzufuhr wird bekanntlich noch Fleisch vom Körper hergegeben; erst bei starker Fleischkost kommt zuletzt der Punkt, wo Einnahme und Abgabe von Fleisch sich die Wage halten und zwar tritt dies Gleichgewicht endlich ein wegen Mangel an Sauerstoff. Es wäre hiebei wohl noch zur Verbrennung disponibles Blastem vorhanden, denn wenn man hinterher hungern lässt, lebt der Körper auf Kosten dieses überschüssigen Eiweisses; letzteres wird bei der reichlichen Fleischkost nur nicht angegriffen, weil der Sauerstoff schon ganz in Beschlag genommen worden ist. Jede Ursache, welche in diesem Fall mehr Sauerstoff zuführt, muss daher auch die Eiweissoxydation steigern und den Punkt des Gleichgewichts zwischen Einnahme und Ausgabe von Fleisch weiter hinaus rücken. Es ist keinem Zweifel unterworfen, dass ein arbeitender Organismus durch die häufigeren Athembewegungen mehr Sauerstoff aufnimmt, mehr Stoffe oxydirt und eine grössere Wärmemenge producirt. Es muss also nothwendig, wenn bei einer genügenden Menge vorhandenen Eiweisses zugleich mit einer grösseren Saftcirkulation mehr Sauerstoff zur Verfügung steht, auch etwas mehr Eiweiss angegriffen werden; es wäre solches auch ohne das Laufen geschehen, wenn irgend wie eine vermehrte Sauerstoffaufnahme erfolgt wäre. Dies ist die

Ursache, warum wir in der dritten und vierten Reihe etwas mehr Harnstoff erscheinen sehen als in den beiden ersten Reihen. Es zeigt sich jedoch durchaus nicht gleichgültig, ob während der beim Laufen erfolgenden grössern Sauerstoffeinathmung das in der Nahrung eingeführte Eiweiss mit dem Gewebe in Berührung tritt (Reihe 3) oder erst später wie in der Reihe 4; im ersten Fall wird natürlich mehr davon zersetzt werden als im letzten. Schon aus dieser ökonomischen Rücksicht ist es daher nicht rathsam während der Verdauung zu arbeiten.

Da der Hund während des Laufens viel mehr Wasser in der Respiration und im Harn verausgabte, so soff er in Folge davon mehr Wasser. Durch die grössere Wasserabgabe wurde ihm sicherlich Wärme entzogen, dennoch aber zeigte sich der Körper des Thiers nach der Arbeit nicht kälter, sondern wie schon gesagt sehr heiss. Die kleine Menge des mehr zersetzten Fleischs kann diese Wärme unmöglich hervorgebracht haben, es muss offenbar beim Laufen noch etwas anderes oxydirt worden sein und zwar Fett. Während der Arbeit machte das Thier häufigere Athemzüge und nahm so eine ungleich bedeutendere Quantität Sauerstoff auf als in der Ruhe. Beim Hungern ist kein Eiweiss weiter vorräthig, das Plus von Sauerstoff hält sich an das Fett des Körpers; bei reichlicher Fleischfütterung kann noch Eiweiss zur Disposition gestellt werden, das sich je nach Masse und Verwandtschaft mit dem Fett des Körpers in den Sauerstoff theilt. Dadurch wird die von allen Experimentatoren beobachtete vermehrte Kohlensäureabgabe und Wärmeentwicklung bei der Bewegung erzeugt.

Die Fettabgabe geht nicht deutlich aus den von mir beobachteten Gewichtsverhältnissen hervor, da die Abgabe oder der Ansatz von Wasser störend dazwischen greift. In der ersten Hungerreihe haben wir ohne Laufen eine tägliche Körperabnahme von 423 Gmm. im Mittel, beim Laufen von 452 Gmm.; dies Plus bestand wenigstens zum Theil aus Fett. Bei der Fleischnahrung findet sich ohne Laufen eine Gewichtsabnahme von 6 Gmm. im Tag, mit Laufen dagegen eine Abnahme von 100 Gmm. Die Gesammtmenge der Respirationsprodukte ist

beim Laufen, wie aus der Tabelle (S. 182) zu sehen ist, viel grösser. Während des Hungerns finden sich im Tag im Mittel 415 Gmm. derselben, auf 10 Minuten träfen also etwa 3 Gmm.; dagegen fand ich, dass der Hund beim Laufen während 10 Minuten um 40—50 Gmm. leichter wurde.

Die körperliche Anstrengung führt also wohl einen grössern Verlust an Fett herbei, jedoch nur einen sehr geringen an Eiweiss. Schon beim Hungern, wo der grössere Eiweissumsatz kaum zu demonstriren ist, greifen Momente Platz, welche für sich ohne irgend eine Leistung nach Aussen eine stärkere Zerstörung stickstoffhaltiger und stickstoffloser Materie bedingen, daher wir letztere nicht von der Arbeit, sondern von diesen Nebenmomenten ableiten müssen. Ebensowenig rührt bei reichlicher Nahrung die etwas stärker vermehrte Harnstoffausscheidung unmittelbar von der Arbeit her oder ist zur Ermöglichung derselben nothwendig gewesen, denn die gleiche Arbeit ist beim Hungern ohne diese grössere Eiweissoxydation geliefert worden; die beim Hungern schon vorhandenen Nebenbedingungen nehmen bei Nahrungsaufnahme grössere Dimensionen an. Die Vermehrung des eingeathmeten Sauerstoffs ist es, die ein wenig mehr Eiweiss und mehr Fett verbrennt; würde man den überschüssigen Sauerstoff durch einen andern Stoff, der sich damit verbindet, ganz in Beschlag nehmen, z. B. durch Fettzusatz, so könnte man die grössere Eiweisszersetzung völlig aufheben. Dies und der stärkere Verbrauch von Fett während der Arbeit scheint der Grund zu sein, warum unsere Gebirgsbewohner, wenn sie beschwerliche und hohe Berge ersteigen wollen, nur Fett als Nahrung mit sich nehmen.

Es wird nach starker Arbeit in 24 Stunden nicht mehr Eiweiss zum Zustandekommen der Arbeit zersetzt wie in der Ruhe auch; dies ist eine unbestreitbare Thatsache, die ich festhalte. Sie ist an und für sich so wichtig, dass ich mich besonnen, ob es zu rathen wäre noch irgend ein Wort der Erklärung hinzuzusetzen. Die Resultate eines richtig angestellten und richtig

verwertheten Experiments bleiben für alle Zeiten unumstösslich, während eine Theorie im Fortschreiten der Wissenschaft umgestossen werden kann. Es erschien aber im Anfange die von mir gemachte Erfahrung ganz unvereinbar mit unseren bisherigen physiologischen Vorstellungen vom Zustandekommen einer Kraftäusserung und war geradezu räthselhaft, so dass ich mich nicht enthalten konnte nach einer Erklärung zu suchen. Die Wissenschaft und unser Geist ist mit den Resultaten des Versuchs allein nicht befriedigt, die Resultate müssen, wenn sie Werth haben sollen, nicht in der Luft stehen, sondern in Zusammenhang mit den übrigen Erscheinungen gesetzt werden können. Man hält eine Hypothese so lange für richtig, als sie keiner der uns bekannten Erscheinungen widerspricht; sie trägt wenigstens dazu bei, zu neuen Fragen den Anstoss zu geben und die Entwicklung der Forschung zu begünstigen. Ich glaube nun für unsern Fall eine Erklärung gefunden zu haben, und ich habe die Ansicht, dass sie die richtige sei, weil sie in vollkommenster Uebereinstimmung mit allen unseren Erfahrungen in der Physiologie sich befindet und daraus eine Menge von Phänomenen auf die einfachste Weise abgeleitet werden können. Es ist zu erklären, woher rührt die Kraft für die enormen äussern Kraftwirkungen des Körpers, wenn sie nicht aus einer vermehrten Eiweisszersetzung entspringt?

Man hätte sich denken können, der Umsatz sei bei Muskelbewegungen überhaupt nur gering, d. h. eine sehr kleine Menge sich oxydirenden Eiweisses (das allein von den im Körper verbrennenden Substanzen, wie noch zu beweisen ist, eine mechanische Wirkung bedingt) liefere so viel Kraft, um jede Leistung des Körpers möglich zu machen. Diese Ansicht ist aber bei näherm Zusehen völlig unhaltbar. Könnte beim Hungern der Umsatz von 20 Grmm. Fleisch und die Bildung von 1.45 Grmm. Harnstoff die Kraft für eine Leistung von wenigstens 150000 Kilogrammetern hervorbringen (denn diese Leistung fällt durch die noch nicht mitgezählten verstärkten Herz- und Athembewegungen während der Thätigkeit noch viel ansehnlicher aus); so müsste sonst im Innern des hungernden Körpers, da unter gewöhnlichen

Umständen ohne Laufen 8 mal mehr Fleisch zersetzt wird, mindestens ein 8 mal grösserer Kraftaufwand stattfinden. Bei Fleischnahrung sehen wir sogar 22 mal mehr Fleisch zerfallen als das Plus beim Laufen beträgt, wesshalb man ausser den der Willkühr unterworfenen mechanischen Effekten nach Aussen noch die ganz ungeheure Kraftentwicklung von wenigstens 3.300.000 Kilogrammetern im Innern anzunehmen hätte.

Nun kennen wir wohl auch im ruhenden Körper eine Reihe von Kraftäusserungen, die durch die Zersetzung von chemischen Verbindungen eingeleitet werden, diese erreichen aber nach einem Ueberschlag lange nicht die oben angegebene Höhe. Die Herz- Athem- und Darmbewegungen gehören vor Allem hieher. Denn die im Thierleib innerhalb der Organe beständig vorhandenen Saftströmungen geschehen wie bei der Pflanze nicht durch die Kraft zersetzter chemischer Verbindungen, sondern auf Kosten von Molekularanziehungen, die den das vegetative Leben der Thiere und Pflanzen darstellenden Stoffkreislauf hervorbringen. Beim Menschen ist die tägliche Arbeit des Herzens nach den Angaben von Vierordt, Donders, Mayer, Ludwig, Fick u. A. ohngefähr 60000 Kilogrammeter. Die Arbeit bei der Respiration lässt sich nur schwer berechnen, weil die Grösse der Erhebung des Thorax so sehr wechselnd ist; man kann jedoch zu einer annähernden Schätzung die von Donders in seiner Physiologie (deutsche Uebersetzung S. 404) angegebenen Werthe zu Grund legen, der vom Menschen bei einer gewöhnlichen Inspiration eine Last von 42.8 Kilogramm erheben lässt, bei tieferem Athmen aber während der Inspiration 233.1 und während der Exspiration 212.6 Kilogramm. Es kommt nun darauf an, wie oft und wie hoch diese Last gehoben wird; nimmt man in 24 Stunden 25000 Athemzüge an und für die Höhe der Erhebung die von Donders (a. a. O. S. 387) citirten Zahlen, so findet man als Leistung für das ruhige Athmen, was in unserm Falle allein in Betracht kommt, nur 2100 Kilogrammeter in 24 Stunden, für sehr starkes Ein- und Ausathmen jedoch (was aber natürlich nie 24 Stunden lang fortgesetzt werden kann, wesshalb die Rechnung viel zu hoch ist) 210000 Kilo-

grammeter. Rechnet man dazu noch die Darmbewegungen während der Verdauung, so kann man für den in äusserer Ruhe befindlichen Menschen die durch die betrachteten Bewegungen hervorgebrachte innere Arbeit im Tag auf höchstens 100000 Kilogrammeter veranschlagen, die äussere vermag ohne die dadurch vermehrten Herz- und Athembewegungen mindestens auf das Doppelte gesteigert zu werden. Ueberträgt man dies auf unsern Hund, so würde derselbe während der Ruhe in runder Zahl ohngefähr 30000 Kilogrammeter Herzarbeit leisten; das ruhige Athmen kommt nur einer geringen Lasterhebung gleich. Wenn auch bei Nahrungsaufnahme durch die Verdauung viel Kraft in Anspruch genommen wird und noch andere Wirkungen im Körper, auf die wir noch zurückkommen, vorhanden sind, so lehrt uns doch schon die oberflächlichste Betrachtung, dass im Innern des Organismus bei äusserer Ruhe unmöglich 8 bis 22 mal mehr Kraft als bei der angestrengtesten Thätigkeit verbraucht werden kann. Es ist auch ohnedem die Erhebung von 150000 Kilogramm 1 Meter hoch durch Zersetzung von 5—23 Gmm. feste Substanz nicht denkbar. 23 Gmm. trocknes Fleisch geben 113106 Wärmeeinheiten und diese leisten nur 48536 Kilogrammeter Arbeit. Nun wissen wir aber, dass bei der Fleischzersetzung im Körper nicht nur mechanische Bewegung, sondern immer auch noch Wärme entsteht, daher nach allem dem die aufgewandte Kraft von 150000 Kilogrammetern durch Zerfall einer viel grösseren Quantität von Material entstanden sein muss.

Eine andere Möglichkeit der Erklärung suchte ich zuerst in Folgendem. Die Erfahrung hat uns gezeigt, dass ein hungerndes oder an Fleisch herabgekommenes Thier bei Zufuhr einer gewissen Fleischmenge anfangs Fleisch ansetzt, während es nach einiger Zeit oder bei fleischreicherem Körper sämmtliches Fleisch verbraucht. Das Gleiche könnte bei dem Arbeiten eintreten. Vollbringt der arbeitende Hund den Tag über eine gewisse Leistung und nimmt er dadurch auch um eine grosse Menge an Körperfleisch ab, so wird er bei sofortiger Nahrungsaufnahme wegen der eingetretenen Fleischarmuth das verlorne

Fleisch wieder ansetzen. Arbeitet der Hund aber nicht, so bliebe sein Körper fleischreich und alles gefressene Fleisch würde der Zersetzung anheimfallen; die Harnstoffmenge müsste darnach in beiden Fällen die gleiche bleiben, wie wir wirklich gefunden haben. Es könnte so eine grosse Leistung nach Aussen geschehen, durch die der Körper viel Fleisch verlöre, ohne dass man es schliesslich wegen des ungleichen Effektes der Nahrung am fleischreichen und fleischarmen Organismus wahrnehmen würde. Zwei Leute von gleicher Körperbeschaffenheit könnten aus diesem Grunde mit derselben Quantität Fleisches gleich weit kommen und mit derselben Fleischmenge ihren Umsatz decken, mag der eine den Tag über angestrengt gearbeitet oder der andere im Lehnstuhl die Zeit verträumt haben. Dieses würde sicherlich so eintreten, wenn durch die Arbeit mehr Stoff zersetzt würde; es müsste aber dann beim Hungern, wo kein Ersatz stattfindet, die Abnahme und die grössere Harnstoffmenge hervortreten, hier ist jedoch die Vermehrung des Harnstoffs gerade am geringsten und kaum bemerkbar. Es kann also unsere obige Anschauung nicht richtig sein. Auch wenn bei körperlicher Anstrengung der Fall einträte, dass Stickstoff durch Haut und Lungen verloren gienge und desshalb der verstärkte Umsatz zum Zustandekommen der Arbeit nicht bemerkt würde, müsste nothwendigerweise bei der Hungerreihe den Tag darauf wegen der Abnahme des Körpers an Fleisch viel weniger Harnstoff entleert werden, was in unsern Fällen nie statt hatte.

Es wäre ferner denkbar gewesen, dass der Organismus während der Bewegung allerdings mehr Eiweiss zersetzt, aber hernach in der zweiten Hälfte des Tages aus irgend einer Ursache um ebenso viel weniger, wodurch sich der erstere Verlust wieder ausgliche und der Gesammtumsatz im Tag gleich bliebe. Diese Anschauung ist einer genauen Prüfung zu unterziehen. Es ist zu fragen, was den Stoffverbrauch nach der Arbeit um so viel verkleinern könnte.

Ein direkter Nerveneinfluss (z. B. das, was man gewöhnlich unter Ermüdung begreift) vermöchte vielleicht einen ge-

ringeren Grad der Zersetzungen bedingen; wir wissen aber aus den bei der Kaffeeuntersuchung gemachten Erfahrungen, wie grosse Veränderungen in den Nerven ohne greifbare Einwirkung auf die vegetativen Processe stattfinden. Man wird daher immer auf die von uns erkannten Hauptfaktoren des Umsatzes zurückzukommen haben; wenn wir eine Ab- oder Zunahme des letzteren sehen, so geschieht dies durch eine Aenderung entweder in der Menge des eingeathmeten Sauerstoffs oder in der Quantität des Fleisches und Fettes am Körper und der Nahrung. Von diesen könnte allein die zur Verfügung stehende Menge Ernährungsflüssigkeit durch die körperliche Anstrengung so sehr abgenommen haben, dass dann für die zweite Tageshälfte nur wenig Eiweiss zur Zersetzung übrig ist. Man hätte dann in der That bei der Arbeit einen grösseren Verbrauch, im Ganzen aber ein Gleichbleiben des Umsatzes.

Die Menge des disponiblen Blastems ist je nach dem Antheil obiger Faktoren verschieden, für einen gewissen Körperzustand steht jedoch für den Tag und für jeden Zeitabschnitt nur eine bestimmte Quantität desselben zur Verfügung. Dieser wichtige Satz war schon durch unsere früheren gemeinschaftlichen Untersuchungen ziemlich sicher gestellt, er wird aber durch die in dieser Abhandlung gemachten Erfahrungen auf's schlagendste bestätigt und ganz unumstösslich bewiesen. Beginnt nämlich ein Thier zu hungern, so enthält es in sich noch eine bestimmte Summe von Blastem, mit dem es ohne neue Zufuhr mehrere Tage lang hauszuhalten vermag. Dieses Blastem kann nun nicht in einem einzigen Tag, auch nicht durch die grösste Leistung ganz aufgebraucht werden und so die bedeutende Arbeit ermöglichen, sonst müsste nothwendig das Leben dabei erlöschen. Weil dies aber bei unserm Hund nicht geschah, sondern vielmehr Tags darauf eine gleiche Arbeit möglich war und dann in der Ruhe nicht weniger Harnstoff auftrat, so ist dies ein Zeichen, dass der Organismus höchstens über die für 24 Stunden vorhandene Parenchymflüssigkeit frei schalten kann. Da also nur eine bestimmte Quantität Blastem für einen Tag zu Gebote steht, ist es für den Gesammtumsatz im Tag gleichgültig, ob der Körper in äusserer

Unthätigkeit verharrt oder die stärksten Leistungen vollbringt; es könnte aber, wie erwähnt, das für den Tag bestimmte Plasma in einer Stunde durch die Arbeit nahezu aufgebraucht werden und dann nur ein kleiner Rest für die übrige Zeit zurückbleiben. Dem ist aber nicht so. Der Hund war durch das 10 Minuten andauernde Laufen ausserordentlich ermüdet, er hätte kaum mehr leisten können, nach einer Stunde höchstens vermochte er aber die gleiche Arbeit wieder zu liefern; auf diese Weise wurde den Tag über viele Male gewechselt. Es zeigt sich dadurch, dass dem Thier nicht einmal die während eines Tags zerstörbare Menge Blastems nach Belieben zu Gebote steht, sondern nur die während eines kleinen Zeitabschnittes.

Weil nämlich die während eines Tages sich zersetzende Ernährungsflüssigkeit zu gleicher Zeit nicht vollständig im Organ angehäuft ist, selbst nicht die für 1 Stunde, so kann das Organ unmöglich darüber disponiren; sie wird vielmehr durch die Thätigkeit der Zellen erst zugeführt und dazu gehört Zeit. Es steht in einer bestimmten Zeit immer eine bestimmte Summe derselben je nach dem Körperzustand und der Thätigkeit der Zellen zur Verfügung, darnach richtet sich der Umsatz und das Auftreten von Kraftwirkungen, und dadurch ist die Grenze für einen Mehrverbrauch an Materie und Kraft gesteckt. Man könnte also nur für einen geringen Zeitabschnitt zum Zustandekommen der Arbeit mehr zersetzen lassen, und zwar nur so viel mehr als der angesammelte und für diesen Abschnitt disponible Parenchymsaft beträgt. Wird für eine körperliche Leistung viel davon verbraucht, so ist desshalb im nächsten Momente der Umsatz und die mögliche Thätigkeit auf ein Minimum herabgedrückt, und man muss zur weitern Fortsetzung der Leistung neues Blastem sich ansammeln lassen.

Ich gebe daher vollkommen zu, dass während der Arbeit etwas mehr Eiweiss zersetzt werden kann, aber nur in einem sehr kleinen Zeitraum; im nächsten Zeitraum wird dann wegen des geringen Vorraths des Blastems um ebensoviel weniger umgesetzt. Ich sage aber ausdrücklich, und dies ist das Wichtige und steht

durch das Experiment fest, wir finden mit und ohne Arbeit im Ganzen ein gleiches Maass der Eiweisszersetzung, weil nicht mehr Blastem herbeigeschafft werden kann. Für das Zustandekommen der Arbeit wird daher nicht mehr umgesetzt als sonst, und die äussere Arbeit wird nicht erst ermöglicht durch den zeitweiligen grösseren Verbrauch, denn da ohne und mit Arbeit im Ganzen gleich viel zerstört wird, wird auch gleich viel Kraft entstehen. In der Ruhe ist also statt der Kraftwirkung nach Aussen eine andere im Körper vorhanden. Da wir im unthätigen Zustand nicht mehr Athem- oder Herzbewegungen sehen, so muss irgend eine Kraftäusserung dabei auftreten, die bei der Thätigkeit aufhört. Es kann also die Kraft für die Bewegung nur hervorgerufen sein, indem ein Theil der zersetzten Materie, der in der Ruhe andere Kraftwirkungen bedingte, nun zum Zustandekommen der äusseren Bewegung beiträgt, oder indem eine im Körper schon vorhandene Kraft zur Bewegung der Materie dient.

Sehen wir uns daher um, was ohne die Arbeit die einzelnen Zersetzungen leisten und welche Kraftwirkungen in der Ruhe in grösserer Intensität entwickelt sind.

Hier treffen wir vor allem auf die Annahme, dass eine bei ihrer Oxydation sonst Wärme erzeugende Substanz des Organismus auch eine Bewegung der Materie desselben einleiten könne oder dass die schon vorhandene Wärme direkt sich in Bewegung umsetze. Diese sicherlich unrichtige Annahme ist von vielen Seiten getheilt worden und wird noch getheilt; man findet nur zu häufig den Satz aufgestellt: die Gesammtleistung im Körper ist die gleiche, denn je mehr äussere Arbeit, desto weniger Wärme. M a y e r sagt z. B. in seiner schon mehrmals citirten Schrift S. 50: „je grösser der Antheil der Zersetzungsprodukte für die Wärme ist, desto kleiner ist der Rest für mechanische Zwecke“ und S. 87: „während der Muskel sich verkürzt, geht in den Capillaren desselben ein Oxydationsprocess von statten, dem eine Wärmeproduktion entspricht; von dieser Wärme wird bei der Aktion des Muskels ein Theil latent oder aufgewendet,

13*

proportional dem erzeugten mechanischen Effekt; der Muskel verwendet Wärme im status nascens zu seiner Leistung". Folgerichtig nimmt Mayer S. 96 an, dass die Wärmeproduktion im Muskel während der Arbeit geringer ausfalle, man die Abnahme aber nur nicht wahrnehme, weil der chemische Process zugleich sehr verstärkt sei und so die Wärme wieder erhöht werde.

Man folgerte diese Annahme aus dem Princip der Erhaltung der Kraft. Nach diesem Princip kann nicht daran gezweifelt werden, dass bei einer mechanischen Arbeit an Gegenständen der Aussenwelt der Kraftvorrath im Körper entsprechend abnimmt; damit ist jedoch noch keineswegs dargethan, dass die Bewegung aus jeder Art der Zersetzung hervorgehen müsse oder von jedem beliebigen Kraftvorrath genommen werden könne. Es wäre zu dem Ende zu beweisen, dass bei der Arbeit für jede Einheit verbrauchter Substanz und Sauerstoffs nicht so viel Wärme als ohne Arbeit abgegeben wird. Mir ist nur eine einzige Untersuchung bekannt, welche den experimentellen Nachweis versucht, das ist die von G. A. Hirn (Recherches sur l'équivalent mécanique de la chaleur, Paris 1858), der damit das mechanische Aequivalent der Wärme eruiren will. Die Basis seiner ganzen Untersuchung ist die von uns als völlig irrig nachgewiesene Voraussetzung, dass der eingeathmete Sauerstoff sich immer in denselben Verhältnissen in die im Organismus verbrennenden Substanzen (Fleisch, Fett, Kohlehydrate etc.) theile. Wäre diese Voraussetzung wahr, so hätte man, wie Hirn richtig schliesst, in dem absorbirten Sauerstoff ein Maass für die im Körper verlorne chemische Spannung und die dadurch entwickelte Wärme. Es frägt sich nun, ob die Summe der Gesammtwärme dividirt durch den verzehrten Sauerstoff bei der Ruhe und Bewegung den gleichen Quotient giebt. Er ermittelt zu dem Zweck durch Versuche die Anzahl der vom Körper für jedes Gramm aufgenommenen Sauerstoffes abgegebenen Wärmeeinheiten d. i. das thermische Aequivalent des Sauerstoffs. Wenn er nun den Körper arbeiten lässt und abermals die Wärmemenge, sowie den absorbirten Sauerstoff bestimmt, so wäre er, obigen Satz als richtig vorausgesetzt, allerdings im Stande,

aus der bei der Arbeit verzehrten Menge Sauerstoffs und dem thermischen Aequivalent desselben zu rechnen, wie viel chemische Spannung in Wärmeeinheiten ausgedrückt während der Arbeit verloren gegangen ist. Zieht man davon die bei der Arbeit direkt gefundene Wärmemenge ab, so müsste als Rest die Wärmemenge bleiben, welche nöthig war, die bestimmte Arbeit zu leisten, und man hätte dadurch das mechanische Aequivalent der Wärme gefunden.

Ich will nichts sagen über die ausserordentlichen Schwierigkeiten, die dem Versuche entgegenstehen, beim Menschen zu gleicher Zeit die eingeathmete Menge Sauerstoff, die ausgeathmete Kohlensäure und die abgegebene Wärme genau zu betimmen; auf dem von Hirn eingeschlagenen Weg, der durch ein am Mund befestigtes Kautschoukrohr in einen Gasometer ausathmen, und aus einem andern Gasometer durch ein an der Nase befindliches Kautschoukrohr einathmen und zeitweilig dabei ein Tretrad treten lässt, sind normale Verhältnisse nicht zu erwarten und eine genaue Analyse der Athmungsprodukte unmöglich. Ich wende vorzüglich ein, dass die von Hirn gemachte Voraussetzung, mit der die ganze Methode seiner Untersuchung steht und fällt, auch nicht entfernt richtig ist; denn es werden im Körper Fleisch, Fett, Kohlehydrate, Leim etc., die ganz ungleiche Mengen Sauerstoff zur Oxydation brauchen und für eine gewisse Menge absorbirten Sauerstoffs verschiedene Wärmemengen liefern, in den mannigfachsten Proportionen verbrannt.

	Gmm. O für 100 Gmm. Substanz.	Wärmeeinheiten aus 100 Gmm. Substanz.	Wärmeeinheiten für 100 Gmm. O.
Trocknes Fleisch nach Abzug des Harnstoffs . . .	150.4	491764	326971
Fett	288.7	974798	333651
Stärke	122.3	376700	308013

Gerade bei der körperlichen Anstrengung wird selbst nach längerm Hungern stets gleich viel Fleisch, jedoch mehr Fett

zerstört; noch viel schwankender werden die Zahlen, wenn man die Nahrungseinfuhr und die Zeit nach der Aufnahme derselben nicht berücksichtigt. Hirn bekommt desshalb für das mechanische Aequivalent der Wärme Zahlen, die von denen nach exakteren Methoden bestimmten ausserordentlich abweichen und durchgängig viel zu niedrig sind. Er kann also den verlangten Nachweis nicht führen, dass ein arbeitender Organismus für 1 Gmm. Sauerstoff nicht so viel Wärme ausgiebt als der unthätige.

Wir theilen die Ansicht nicht, dass die Wärme im Körper sich in Bewegung der Materie umsetzen könne oder eine sonst Wärme gebende Substanz unter andern Umständen zur Bewegung der Materie beitrage. Der Wichtigkeit der Sache halber muss ich ausführlich den Beweis für diese Behauptung geben.

Ich habe in der Einleitung die Gesetze, nach denen im Thierleib die Verbrennung von Eiweiss und Fett oder Kohlehydraten zu Kohlensäure, Wasser und Ammoniak (Harnstoff) erfolgt, wiederzugeben mich bemüht und bemerkt, dass dabei Kraft frei werden muss, da die Endprodukte bei weitem weniger Spannvorrath enthalten als die Anfangsglieder. Die im Körper des Thiers bei der Zersetzung von Eiweiss, Fett oder Kohlehydraten sich äussernden Kraftwirkungen sind vorzüglich Wärme, elektrische Ströme und mechanische Bewegung. Es entsteht nun der Zweifel, ob beide Classen von chemischen Verbindungen sowohl das stickstoffhaltige Eiweiss als auch das stickstofflose Fett (oder Kohlehydrat) sich bei ihrer Oxydation an allen dreien obiger Kraftäusserungen betheiligen oder jede nur an der einen oder andern dieser Kräfte. Erzeugt Eiweiss für sich allein und auch Fett für sich allein Wärme, Elektricität und mechanische Bewegung? Je nach dem Entscheid stellt sich die Bedeutung von Eiweiss und Fett für den Organismus als gleich oder als verschieden heraus; denn entstehen alle drei Kraftwirkungen sowohl durch Eiweiss als auch durch Fett allein, so ist einleuchtend, dass beide Stoffe gleiche Rollen im Körper spielen; würde aber Eiweiss keine Wärme, oder Fett

keine mechanischen Bewegungen einleiten, so hätten beide eine verschiedene Dignität. Damit erledigt sich zugleich die Frage nach der Uebertragbarkeit der Wärme für mechanische Effekte.

Um etwas bestimmtes über diese für die Physiologie so bedeutsamen Verhältnisse auszusagen, ist einfach zuzusehen, ob Eiweiss und Fett (oder Kohlehydrate) sich bei den Stoffwechselvorgängen gegenseitig vertreten können. Bei der Durchmusterung unserer frühern Untersuchungen in dieser Richtung stellt sich nun auf's Entschiedenste heraus, dass durch die Zersetzung von Fett im Körper nur Wärme, von Eiweiss aber bei einem erstern Zerfall (wahrscheinlich in stickstoffreiche Produkte und einen dem Fett ähnlichen Stoff) nur elektrische Ströme und mechanische Bewegung und erst bei einer weitern Oxydation des fettähnlichen Stoffs Wärme geliefert wird.

Fett kann unmöglich alle drei Kraftäusserungen hervorbringen, da man durch dasselbe nie das Eiweiss ganz zu ersetzen im Stande ist. Ein hungernder Organismus nimmt immer an Eiweiss und Fett ab, auch wenn er noch so fettreich und fleischarm ist. Giebt man so wenig Eiweiss, dass der Körper damit nicht ganz ausreicht, so wird doch stets noch Eiweiss auch bei grösstem Fettreichthum hergegeben. Bei reiner Fettnahrung (oder Fütterung mit Kohlehydraten) hört in keinem Fall der Eiweissverbrauch vom Körper auf, wenn auch das aufgenommene Fett allen Sauerstoff in Beschlag nehmen könnte, und viel davon angesetzt wird. Nur indem das Fett und die Kohlehydrate etwas Sauerstoff für sich wegnehmen, wird die Zerstörung von Eiweiss ein klein Wenig herabgedrückt; letztere ist eine unumgängliche Nothwendigkeit und kann unter keinen Umständen durch Zersetzung von Fett aufgehoben werden. Da durch die Oxydation von Eiweiss und Fett die drei genannten Kräfte geliefert werden, das Fett aber niemals für das Eiweiss eintritt und bei ausschliesslicher Nahrung mit Fett (oder Kohlehydraten) der Organismus unfehlbar zu Grunde geht, so kann daraus mit Sicherheit geschlossen werden, dass eine dieser Kräfte oder zwei nicht aus der Fettzerstörung hervorgehen können. Welches sind diese?

Das Fett, dies ist keinem Zweifel unterworfen, trägt bei seiner Verbindung mit dem Sauerstoff zur Wärmebildung im Körper bei. Alle Organe, welche mechanische Leistungen ausüben, bestehen dagegen grösstentheils aus Eiweiss und ihre Leistungsfähigkeit nimmt um so mehr ab, je mehr Fett sich in ihnen ablagert; die elektrischen Ströme zeigen sich ebenfalls nur an aus Eiweiss zusammengesetzten Geweben, vor Allem am Muskel und Nerven. Das Fett vermag eine oder zwei der drei Kraftäusserungen bei seiner Zersetzung nicht zu ermöglichen, Wärme wird durch dasselbe jedenfalls erzeugt, mechanische Arbeit oder Elektricität geht vom Fett nicht aus; Alles dies berechtigt uns als vom Fett gelieferte nach Aussen bemerkbare Kraftwirkung nur die Wärme zu betrachten. Der Leim verhält sich ebenso wie das Fett und die Kohlehydrate; er kann zwar dadurch, dass er im Gewebe zugleich mit dem Eiweiss sich zersetzt und den nämlichen günstigen Bedingungen der Verbrennung unterliegt wie dieses, einen grossen Theil des Eiweisses vor der Zerstörung schützen und ist so sehr geeignet den Luxusverbrauch an Eiweiss zu hemmen, man kann aber durch ihn ebensowenig wie durch Fett den Eiweissverbrauch ganz aufhören machen. Mit Leim allein ist eine längere Fortsetzung des Lebens nicht denkbar; auch der Leim vermag nur Wärme zu erzeugen.

Ganz anders als bei den eben betrachteten Stoffen stellt es sich in dieser Beziehung mit dem Eiweiss. Beim Hunger wird Eiweiss und Fett vom Körper zersetzt; bei steigender Eiweissnahrung wird immer mehr Eiweiss in die Zerstörung gezogen, und nur sehr allmählig giebt der Körper weniger Eiweiss her, erst 1800 Gmm. Fleisch heben die Abnahme des Körperfleisches bei unserm Hund auf. Das zerfallende Eiweiss nimmt im Verhältniss seiner Quantität mehr oder weniger Sauerstoff in Beschlag und entzieht ihn dem Fett, wodurch das vom hungernden Organismus verbrannte Fett stetig abnimmt, bis zuletzt das Eiweiss den Fettverbrauch vom Körper ganz hindert. Ist die Eiweissnahrung mit Fett (oder Kohlehydraten) untermengt, so oxydirt sich das Fett je nach der Menge des

vom Eiweiss verzehrten Sauerstoffs, also bei wenig Eiweiss viel, bei viel Eiweiss wenig oder keines. Es ist einleuchtend, im Thierleib kann vom Eiweiss sehr wohl das Fett, aber nicht umgekehrt vom Fett das Eiweiss ersetzt werden.

Da das Eiweiss die Rolle des Fetts d. i. die Bildung von Wärme übernehmen kann, Fett jedoch nicht im Stande ist, mechanische Effekte und Elektricität hervorzubringen, so müssen letztere nothwendiger Weise eine Folge der Eiweisszersetzung sein, die daher alle drei der bekannteren thierischen Kraftwirkungen zu erzeugen vermag. Es existirt darnach eine völlige Trennung des Eiweisses und Fetts (oder der Kohlehydrate) in Beziehung ihrer Leistungen und ihres Werthes im Körper. Dies ist es, was schon Liebig klar erkannte, als er plastische und respiratorische Nahrungsmittel unterschied, welche durchgreifende und für die Entwicklung der Physiologie so unendlich folgenreiche Eintheilung kurzsichtige Kritiker, die nicht ahnten oder ignorirten, wie sehr wir in unserm ganzen Wissen über den Stoffwechsel und über die chemischen Processe im Körper auf den Schultern dieses Mannes stehen, mit wohlfeiler Weisheit zu bespötteln suchten. Der nie fehlende Zerfall des Eiweisses verursacht immer alle drei Kraftäusserungen; es geht daraus stets Wärme hervor und zwar um so mehr, je mehr zersetzt wird, denn es kann schliesslich alle Wärme im Thier nur vom Eiweiss geliefert werden; es leistet aber auch die Eiweisszerstörung beständig mechanische Effekte, weil kein Thierleben ohne sie, also ohne Athem-, Herz-, Magen-, Darmbewegungen etc. gedacht werden kann; die elektrischen Ströme sind im lebendigen thierischen Organismus ebenfalls fortwährend vorhanden, wir treffen daselbst immer den ruhenden Muskel- und Nervenstrom.

Daraus erhellt nun gleichzeitig von selbst die Unrichtigkeit der Annahme, dass entweder aus dem chemischen Spannvorrath zuerst nur Wärme hervorgehe, dann von dieser, so viel eben für Elektricität und mechanische Arbeit an Kraft erforderlich ist, abgezogen wird und bei geringerm Verbrauch für die letztern der ganze Rest in der Wärmebildung aufgehe, oder dass

bei einer Zersetzung, aus der sonst Wärme entsteht, auch mechanische Bewegung oder elektrische Ströme sich bilden können. Wenn nämlich das wärmeerzeugende Fett nie für das Eiweiss eintritt und mit Fett allein das Leben unfehlbar aufhört, so vermag es auch dessen Werth für mechanische Effekte und Elektricität nicht zu ersetzen d. h. die einmal im Körper aus Fett entstandene Wärme kann nicht mehr in andere Kräfte umgewandelt werden (das bei der Arbeit mehr oxydirte Fett trägt also nichts zum Zustandekommen der Arbeit bei).

Sobald die Wärme vom Fett keiner weitern Umsetzung im Organismus unterliegt, ist es auch für die vom Eiweiss ausgehende nicht möglich. Das Eiweiss zerfällt wahrscheinlich, wie schon gesagt, in einem ersten Stadium in stickstoffhaltige Produkte (Harnstoff etc.) und einen an Kohlenstoff und Wasserstoff reichen Rest, der sich in zweiter Linie wie Fett verhält und wie dieses der Verbrennung unterliegt. Es ist kein Grund vorhanden, warum die im letzten Falle entwickelte Wärme ganz andere Möglichkeiten bieten sollte als die vom im Körper oder der Nahrung vorhandenen Fett. Ist daher einmal Wärme durch Eiweisszersetzung entstanden, so kann von dieser ebenso wenig wie von der bei der Fettoxydation gebildeten für eine andere Kraftwirkung abgezogen werden.

Es sind daher offenbar im Körper die Bedingungen für die weitere Uebertragung der Wärme nicht gegeben. Nach dem Princip der Erhaltung der Kraft steht wohl fest, dass Wärme in elektrische Ströme und mechanische Bewegung verwandelt werden kann, und dann die Elektricität und mechanische Leistung der Wärme entsprechend sein muss; es fehlen aber häufig die Bedingungen für diese Umwandlungen. Es hätte jedenfalls ungemein complicirter Zwischenapparate bedurft, um aus Wärme eine Muskelcontraktion zu machen. Ohne vorhergehende Umsetzung in andere Kräfte könnte die Wärme nur durch Volumänderung, die wenigstens bei der Muskelcontraktion und der Thätigkeit der Nerven nicht stattfindet, einen mechanischen Effekt hervorbringen, bei einer Umsetzung höchstens durch Entstehen von elektrischen Strömen. Sperrt man bei einer Dampf-

maschine den Raum zwischen Kolben und Wasser nicht ab, so wird keine mechanische Leistung geliefert werden, da die Bedingungen nicht mehr vorhanden sind die verlangte Leistung (die Kolbenbewegungen) zu machen; die Wärme wird in diesem Fall höchstens Ausdehnungen etc. als mechanischen Effekt erzeugen. Wie in diesem Beispiel bei der Dampfmaschine fehlen auch im Körper die Bedingungen der Umwandlung der Wärme in mechanische Leistung und Elektricität. Es kann desshalb die für eine bestimmte Quantität eingeathmeten Sauerstoffs gebildete Wärmemenge im Organismus bei körperlicher Anstrengung nicht abnehmen.

Da das Eiweiss ausser Wärme noch mechanische Leistungen und Elektricität hervorbringt, die erstere aber nicht zu letzterer dienen kann, so müssen letztere neben der Wärme und unabhängig von ihr disponibel werden. Sobald sich ein Component des Eiweisses mit dem Sauerstoff verbindet, entsteht nach meiner Ansicht nur Wärme und nichts anderes. Wärme wird sonach im Thier stets unter gleichen Umständen erzeugt, nämlich einmal durch Oxydation von Fett oder Kohlehydraten und dann durch Oxydation eines aus dem Eiweiss hervorgegangenen fettartigen Stoffs. Schon vorher, beim Zerfall in stickstoffreiche Endglieder und den fettähnlichen Stoff, sind die Bedingungen für eine direkte Umsetzung chemischer Spannung in mechanische Bewegung und Elektricität gegeben. Eiweiss hat einen grossen Spannvorrath und entwickelt bei seiner Zersetzung wahrscheinlich mehr Kraft als man aus dem in ihm enthaltenen Kohlenstoff und Wasserstoff an Wärmeeinheiten rechnet; ein ganz bestimmter Antheil dieser chemischen Spannung setzt sich im Körper in Wärme um, ein anderer unveränderlicher Bruchtheil wird direkt ohne vorher Wärme gewesen zu sein in Elektricität und mechanische Bewegung umgewandelt. Bei dem Zerfall einer gewissen Quantität von Eiweiss muss sich immer ein stets gleich bleibender Theil der Kraft als mechanische Bewegung und Elektricität, ein anderer als Wärme äussern; wird z. B. im Ganzen die Kraft 10 verfügbar, so verwandelt sich stets der gleiche Antheil, wir wollen annehmen

4, in Elektricität und mechanische Bewegung und dann der Rest 6 in Wärme; es kann nicht die Kraft 6 in erstere umgesetzt werden und für letztere hernach nur die Kraft 4 übrig bleiben. Würde von der Elektricität weggenommen, so änderte sich wohl der Gesammtspannkraftsvorrath, aber nicht die Wärme, ebenso kann beim Auftreten mechanischer Effekte nie die Wärme verbraucht werden.

Die günstigen Umstände für eine Umsetzung chemischer Spannung in Elektricität oder mechanische Bewegung an einem Gewebe bietet die Wechselwirkung zwischen diesem Geweb und der Ernährungsflüssigkeit, nicht die Wärme bildende Oxydation von Fett im Blute. Wenn das Eiweiss durch das Zusammentreten von Blastem, Sauerstoff und den Elementartheilen der Gewebe zerfällt, so entstehen an den betreffenden Elementartheilen, wo der Zerfall stattfindet, und nicht darüber hinaus die elektrischen Ströme oder die Bewegung der Materie. Mayer hält (a. a. O. S. 54) ganz im Gegensatz dazu den Muskel nicht für den zur Hervorbringung der Leistung umgesetzten Stoff, sondern nur für das Werkzeug, mittelst dessen die Umwandlung der Kraft erzielt wird, weil, wie er anführt, sonst die ganze Muskulatur in längstens 80 Tagen oxydirt sein müsste. Er kannte damals den lebhaften Stoffwechsel der Muskeln noch nicht, die nach unsern jetzigen Erfahrungen sicherlich in 80 Tagen beim Hunger ganz zerstört wären.

Bei der Eiweisszersetzung wird also immer ausser der Wärme ein bestimmter Bruchtheil von Kraft zu Elektricität oder mechanischer Bewegung. Lässt man ein Thier hungern, so giebt es (unser Hund etwa 200 Gmm.) Fleisch von seinem Körper her; ein bestimmter Theil der dabei frei werdenden Kraft wird für die Athem- Herz- und willkührlichen Körperbewegungen, für elektrische Ströme etc. verwendet. Wie ist es aber beim Verbrauch von 2000 Gmm. Fleisch nach reichlicher Fleischnahrung, wo also 10 mal mehr auf Elekricität und mechanische Bewegung trifft? Man kann zwar nicht sagen, dass dabei die Athem- und Herzbewegungen 10 mal grösser sind als bei 200 Gmm. Fleisch, aber die Bewegungen des Magens und

Darms, und der ganze Verdauungsprocess nehmen dabei sehr viel Kraft in Anspruch, daher die Aufnahme von viel Fleisch auch in Beziehung zur Kraft ein Luxus ist, da es schliesslich nur dazu dient sich selbst fortzubewegen; alles was dabei in diesen Bewegungen nicht aufgeht, muss, da wir von keiner andern Kraftwirkung wissen, als Elektricität auftreten.

Wir verdanken vorzüglich den Forschungen von Du Bois die genauere Kenntniss vom Vorkommen elektrischer Ströme im Thier; derselbe fand sie am intensivten in den Muskeln und Nerven, sich eng knüpfend an das Leben und die Zersetzung von organischer Substanz. Alle stickstoffhaltigen Theile, nicht nur Muskeln und Nerven, müssen bei ihrer Zersetzung elektrische Ströme liefern, die sich in ihrer Stärke nach der Grösse des Stoffwechsels richten; die Wahrnehmung ihrer Wirkung nach Aussen hängt aber noch von einer günstigen Anordnung der kleinsten Theilchen, an denen sie vorkommen, ab. Quergestreifte Muskeln und Nerven zeigen desshalb die stärksten Ströme an; Gewebe mit glatten Muskeln weniger starke, eben so Sehnen, elastisches Gewebe, Knochen, Haut. Die Ströme an der Leber, der Niere, Milz, Hoden, Lunge etc. sind nur zum Theil bedingt durch einen grobvertheilten elektrischen Gegensatz zwischen dem Innern dieser Organe und der äussern Oberfläche; ein Theil ist uns trotz des wahrscheinlich grossen Stoffwechsels an ihren eiweissartigen Gebilden mit den jetzt gebräuchlichen Hülfsmitteln wegen der ungünstigen Lagerung der elektromotorischen Moleküle nicht nachweisbar. Es ist möglich, dass an dieser geringen Wirkung nach Aussen die unregelmässige Zusammenhäufung von Zellen und anderen Gebilden Schuld trägt, während wir an einer Muskel- und Nervenprimitivfaser eine regelmässige Anordnung gegeben haben.

Tritt in der Ruhe, so war bisher unser Gedankengang, wegen des gleichen Maasses der Umsetzung gleichviel Kraft auf wie bei der Thätigkeit, so ist die Bewegung, zu der die Kraft doch irgend woher kommen muss, nur möglich, wenn eine bei der Ruhe

vorhandene Kraftwirkung des thierischen Organismus sich in Bewegung der Materie umsetzt oder ein Theil der Zersetzung bei der Ruhe andere Kraftäusserungen hervorruft als bei der Arbeit. Wir haben zuerst nachgewiesen, dass von der Wärme oder von einem Stoff, der Wärme gibt, nichts für mechanische Effekte im Körper zur Verfügung kommt, um so das Gleichbleiben des Umsatzes mit und ohne Arbeit zu erläutern. Wir haben dabei zugleich einige Blicke in die bei der Zerstörung von Eiweiss und Fett auftretenden Kraftwirkungen gethan, die uns für die weitere Verfolgung unseres Zieles wesentlich von Nutzen sein werden. Denn es bleibt nun keine andere bei der Thätigkeit abnehmende uns bekannte Kraft als die Elektricität mehr übrig und es existirt nur mehr die eine Möglichkeit, dass bei einer mechanischen Bewegung entweder ein Theil des Eiweisses, der in unthätigem Zustand bei seiner Zersetzung elektrische Ströme einleitet, bei der Thätigkeit zu Bewegung der Materie beiträgt oder dass die in der Ruhe vorhandene Elektricität direkt in Bewegung der Materie übergeht. Der neben der Wärme bei einer bestimmten Grösse der Eiweisszerstörung frei werdende und elektrische Ströme oder mechanische Bewegung erzeugende Kraftantheil muss nach unsern Erörterungen stets ein bestimmter und sich gleichbleibender sein, er kann aber beliebig für Elektricität oder mechanische Bewegung dienen, hat man viel vom einem, so hat man wenig vom anderm und umgekehrt.

Wir sind durch Ausschliessung zu diesem vorläufig ganz allgemein hingestellten Endresultate gelangt; wir sahen nach anhaltenden Muskelcontractionen keine stärkere Zersetzung der Materie, die Kraft dazu kommt nicht von einem Stoff, der Wärme giebt und auch nicht von der Wärme selbst; wir kennen endlich nach dem jetzigen Stand der Physiologie nur mehr eine die Elektricität liefernde Zersetzung oder die Elektricität selbst, von der die Kraft für Bewegung genommen werden könnte. Um diese Schlussfolgerungen zu entkräften, wäre entweder eine grössere Zerstörung stickstoffhaltiger Substanz in Folge der Arbeit nachzuweisen, oder man müsste die Möglichkeit der Verwendung von Wärme und die entsprechende Verminderung derselben bei

körperlicher Bewegung darthun; oder zeigen, dass ausser der Elektricität noch eine andere Form der Zersetzung oder eine andere Kraftäusserung existirt, die in Bewegung der Materie übergeht. Die beiden ersten Sätze stehen durch unsere Untersuchungen fest, und was den letztern betrifft, so ist das Vorhandensein einer bei Bewegung abnehmenden Kraft in der Ruhe, von der wir bis jetzt noch keine Ahnung haben, mindestens sehr unwahrscheinlich.

Durch dies allein ist freilich die Verwendung der Elektricität für Bewegung noch nicht strenge bewiesen; denn es wäre nicht unter allen Umständen gerathen, die Ursache einer Wirkung in irgend einer vorhandenen Kraft zu suchen, aus dem Grunde, weil wir keine andere Ursache kennen. Die Wahrscheinlichkeit wird aber zur Gewissheit, wenn wir die grösste Uebereinstimmung und Proportionalität der angenommenen Kraft mit der beobachteten Wirkung in allen Punkten zu demonstriren vermögen, wie es in unserm Fall geschehen kann.

Du Bois-Reymond wies durch seine berühmten Untersuchungen über thierische Elektricität das Vorhandensein elektrischer Ströme im ruhenden Muskel und Nerven nach. Die elektrischen Ungleichheiten müssen sich nach ihm an den kleinsten Theilchen des Nerven und Muskels befinden, da auch das kleinste Stückchen dieser Organe den Strom und zwar in bestimmter Richtung noch anzeigt. Die elektrischen Moleküle liegen in einem indifferenten feuchten Leiter, so dass sich alle Einzelströmchen derselben zu einem Gesammtstrome combiniren und somit Nerv und Muskel wie eine geschlossene Kette sich verhalten, von der man durch Nebenschliessung Stromzweige ableiten kann.

Die Intensität dieser zum Theil nach Aussen hin übertragbaren Kräfte steht nun nach Du Bois in Verhältniss zu der Leistungsfähigkeit des betreffenden Nerven und Muskels. Je lebenskräftiger das Thier, desto stärker ist der Strom ausgebildet; er nimmt an aus dem Körper entfernten Organen allmählich ab, schneller bei Thieren, welche in ihren Funktionen von der Nahrung abhängiger sind als bei andern, jedoch in der That nicht so rasch

als man gewöhnlich glaubt. Die Theile zeigen diese elektrischen Erscheinungen noch, obwohl in geringerm Grade, nachdem schon lange jegliche Erregbarkeit selbst für die stärksten Reize aufgehört hat. Tage lang nach Zerstörung der Centralorgane der Nerven und Gefässe beim Frosch kann man den ruhenden Muskel- und Nervenstrom zeigen; wenn man auch die Theile misshandelt, Ammoniakdämpfe, die den Nerven und Muskel sehr schnell reizlos machen, einwirken lässt etc., wird die Multiplikatornadel nichts destoweniger beim Auflegen der so behandelten Theile noch abgelenkt. So lange die Wirkung des Sauerstoffs auf die Gewebe und in Folge davon die Zersetzungen unter Kohlensäurebildung fortdauern, entwickeln sich die elektrischen Ströme. Man darf sich daher nicht wundern diese noch anzutreffen an unerregbaren Nerven, die Wochen vorher am lebenden Thier durchschnitten waren oder die man durch starke Hammerschläge zerquetscht. Schiff glaubt (Lehrbuch der Physiologie S. 72) daraus schliessen zu müssen, dass der ruhende Strom nur der Nervenhülle angehöre; dies ist aber dadurch keineswegs bewiesen, da elektromotorische und mechanische Leistungsfähigkeit nicht gleichzeitig verschwinden müssen, wie schon Du Bois (a. a. O. Bd. II. S. 161) angiebt. Denn wenn auch der sogenannte ruhende Nerven- und Muskelstrom, durch die fortdauernde Oxydation bedingt, noch länger als die Erregbarkeit dieser Theile anhält, so kann derselbe doch mit der physiologischen Leistungsfähigkeit in innigem und nothwendigem Zusammenhang sich befinden.

Dieser Zusammenhang zeigt sich auffällig, wenn Nerv und Muskel in physiologische Thätigkeit gerathen, d. h. im Nerv ein Vorgang stattfindet, der eine Empfindung oder Bewegung einleitet und der Muskel sich contrahirt. Hier erleiden nach Du Bois die Stellungen der elektrischen Moleküle und die elektrischen Ströme gewisse Alterationen. Die dauernde Muskelzusammenziehung besteht nämlich aus einer unzusammenhängenden Reihe häufig wiederkehrender äusserst schneller Wirkungen, hervorgebracht durch eine schnell sich folgende Lageveränderung der kleinsten Theilchen des Nerven und Muskels.

Der Gesammtstrom ändert dabei seine Intensität und zwar bildet sich in der bei weitem grössten Mehrzahl der Fälle die sogenannte negative Schwankung aus. Tritt im Nerv und Muskel der ursprüngliche Zustand ein, so erscheint wieder der in der Ruhe vorhandene Strom. Mit der Intensität des letztern und der Leistungsfähigkeit der beiden Organe geht die Grösse der negativen Schwankung Hand in Hand. Es ist, wie eben erwähnt, durchaus nicht nothwendig, dass beim Aufhören der mechanischen Leistungsfähigkeit auch der ruhende Strom aufhört; es ist aber, und dies ist sehr wichtig, auch bei Fortdauer des ruhenden Stromes unmöglich, die negative Schwankung an unerregbaren Nerven und Muskeln nachzuweisen. Prof. Harless und ich haben folgenden hierher gehörigen Versuch angestellt: Ein nervus ischiadicus vom Frosch, der noch in Zusammenhang mit dem musc. gastrocnemius war, wurde in $^2/_3$ seiner Länge Ammoniakdämpfen ausgesetzt, bis man von da aus keine Muskelzuckung mehr durch starke elektrische Ströme erhielt; das untere Drittel war noch erregbar. Das obere Ende des Nerven brückten wir nun über die Bäusche der Zuleitungsvorrichtung zum Multiplikator, das untere Ende über die Platinschaufeln des stromzuführenden Apparats. Es entstand noch eine constante Ablenkung der Nadel von 30°, jedoch nicht die geringste Verrückung derselben bei Reizung des unteren Endes durch abwechselnd gerichtete Ströme. Die Multiplikatornadel ist daher entweder ein empfindlicheres Prüfungsmittel für den Strom als die sichtbare Zusammenziehung oder es gehört zu letzterer eine gewisse Stärke des ruhenden Stroms.

Wir hatten nach unseren Erörterungen die Entwicklung einer nach Aussen hin übertragbaren Kraft im unthätigen Muskel und Nerven, und eine Abnahme derselben (negative Schwankung) zur Ermöglichung der mechanischen Bewegung nöthig. Wenn wir nun durch Exklusion keine andere im Körper finden als die Elektricität und noch dazu die von Du Bois entdeckten Erscheinungen derselben mit unseren Voraussetzungen im Einklang stehen, so glaube ich mich entschieden dahin aussprechen zu dürfen, dass für die willkührlichen Körperatom-

bewegungen die Kraft entweder durch Zersetzung chemischer Verbindungen, welche in der Ruhe elektrische Ströme erzeugte, oder von den elektrischen Strömen selbst gewonnen werde.

Es konnte nach den Du Bois'schen Erfahrungen über den Zusammenhang der Leistungsfähigkeit von Nerv und Muskel schon an eine Verwerthung der Elektricität für mechanische Bewegung gedacht werden. Du Bois selbst (a. a. O. II. Bd. Abth. 1. S. 563) erwähnt der Möglichkeit, dass in der negativen Schwankung nur die Folge eines Verlustes an Kräften bei der Zusammenziehung und Innervation fühlbar werde; er weist aber diese Annahme zurück, indem er ausdrücklich die negative Schwankung nur als das äussere Anzeichen der innern Bewegungen betrachtet. Manche Physiologen kommen unserer Ansicht ziemlich nahe, vor Allem Ludwig an einigen Stellen seines Lehrbuchs der Physiologie; so spricht er einmal (Bd. I. S. 351) vermuthungsweise aus, dass die Lagenveränderung der Moleküle, durch welche die sogenannte Zusammenziehung bewerkstelligt wird, abhängig sei von ihren elektrischen Spannungen, was offenbar mit der Meinung von Du Bois im Widerspruch steht. Es konnten dies aber immer nur Vermuthungen sein, die auch meistentheils so unbestimmt gehalten waren, dass man mit ihnen anfangen konnte was man wollte.

Nichts destoweniger bin ich darauf gefasst viele Stellen vorgelegt zu bekommen, ähnlich wie die eben von Ludwig citirte, welche meine Ansicht als eine längst bekannte beweisen sollen. Dem ist aber nicht so; denn um was es sich hier vorzüglich handelt, das ist der merkwürdige Zusammenhang der betreffenden Erscheinungen, wie ich ihn aufstellte. Es hat bis jetzt Niemand an einer grösseren Umsetzung zum Zustandekommen der mechanischen Leistungen des Körpers gezweifelt und es konnte nicht daran gezweifelt werden; damit war das, was den elektrischen Strömen jetzt ihre eigentliche Bedeutung gibt, noch vollständig im Dunkeln. Denn wenn auch über eine direkte Umsetzung der Elektricität in Bewegung der Materie nicht der mindeste Zweifel mehr gewesen wäre, so hätte man immer noch eine stärkere Zerstörung von chemischen Verbindungen und ein

dadurch hervorgerufenes grösseres Maass von elektromotorischer Kraft für die Arbeit annehmen müssen. Warum ist aber dann die Elektricität schon im ruhenden Zustand der Organe vorhanden, warum tritt die negative Schwankung ein? Die ganze Lehre stand, so wichtig auch die dadurch gewonnenen Erkenntnisse waren, nicht in nothwendiger Verbindung mit den übrigen Erscheinungen.

Dies sieht sich nun ganz anders an, seitdem wir wissen, dass die Arbeit keinen verstärkten Verbrauch macht und die Kraft dazu von einer schon in der Ruhe vorhandenen Kraft genommen werden muss. Es gehört unumgänglich zu der ganzen Beweisführung der sichere Nachweis des Gleichbleibens des Umsatzes mit und ohne Arbeit. Diesen Nachweis habe ich geliefert.

Ich habe vorher noch unentschieden gelassen, ob die durch Zersetzung frei werdende Kraft, welche im unthätigen Organ als elektromotorische Kraft wirksam wird, bei der Thätigkeit nicht in letztere, sondern in Bewegung der Materie übergeht und desshalb die Elektricität an Intensität verliert, oder ob immer zuerst Elektricität entsteht, von der ein Antheil zur Körperatombewegung verwendet werden kann.

Nach Allem, was wir bis jetzt wissen, ist letzteres das einzig wahrscheinliche. Wäre das erstere der Fall, so würden die elektrischen Ströme nichts von weiterer Bedeutung für den Organismus sein und wir würden keine Einsicht in den bei der Bewegung der Materie stattfindenden Vorgang haben, während nach der zweiten Ansicht die elektrischen Kräfte es sind, die durch ihre aus der Physik bekannten Wirkungen die Bewegung der Materie möglich machen.

Es ist kaum denkbar, dass eine ganze Reihe von Erscheinungen im Körper ohne jeden weiteren Zweck und Nutzen vorhanden ist. Bei Zersetzung chemischer Verbindungen entstehen ferner Wirkungen auf andere Theile entweder durch eine Volumänderung, die weder am Muskel noch am Nerven bei ihrer Thätigkeit vorkommt, oder zweitens durch

Wärmeentwicklung, welche hier kaum nachweisbar ist und überhaupt im Körper nicht zur willkührlichen Bewegung der Massen beiträgt, oder drittens durch Auftreten von Elektricität, die also allein als wirksam übrig bleibt. Es lässt sich endlich nur schwer einsehen, wie der Willensakt so einwirken könne, dass bei dem gleichen chemischen Process statt der Elektricität auf einmal ganz andere Kräfte frei werden als wenn er nicht einwirkt, während die Elektricität sich erfahrungsgemäss sehr leicht in Bewegung der Materie umsetzt.

Sehen wir nun genauer zu, wie die Wirkung dieser elektrischen Kräfte die Thätigkeitsäusserungen am Nerven und Muskel erklären lassen.

So lange Blastem und Sauerstoff im Nerv und Muskel auf einander wirken, entstehen durch die Zersetzungen elektrische Ströme an denjenigen Molekülen, in deren nächster Nähe der chemische Process vor sich ging. Die elektromotorische Kraft, welche neben Wärme durch den Eiweissumsatz frei wird, bringt im Nerven und Muskel dieselben Wirkungen hervor wie in jeder andern in sich geschlossenen Kette. Wir sehen proportional der elektromotorischen Kraft hier wie dort in ihrer Qualität und Quantität verschiedene Bewegungen in den Theilen der Kette auftreten, welche Bewegungen sich z. B. als sogenannte elektrische Ströme mit Wirkung auf die Magnetnadel oder als Wärme mit Wirkung auf das Thermometer äussern können. So lange die Zersetzung im Element oder an den Elementartheilen des Nerven und Muskels dauert, währen diese Bewegungen fort, sie hören im Moment mit der Unterbrechung der Zersetzung auf. Es ist daher ein beständiges Fortdauern der Zerstörung von Substanz zur Erhaltung dieser Bewegungen nöthig, in denen die bei der Zersetzung verfügbar gewordene elektromotorische Kraft vollständig aufgeht.

Es hängt aber nun von andern Umständen ab, welche Form diese Bewegungen haben oder an welchen Theilen sie stattfinden; gleich bleibt sich nur das Maass der sie hervorbringenden elektromotorischen Kraft beim Zerfall einer gewissen Quantität von Substanz. Man kann diejenige Bewegung, welche

wir als elektrischen Strom bezeichnen, vorwiegend auftreten sehen, aber auch Wärme oder irgend eine andere Bewegungsform.

Die Intensität derjenigen Art von Bewegung, deren Aeusserungen man als galvanischen Strom kennt, hängt bekanntlich ab von der Grösse der Zersetzung und der Qualität und Quantität der zu bewegenden materiellen Theilchen; man drückt dies als Ohm'sches Gesetz so aus: die Quantität der einen Leiter durchströmenden Elektricität (Stromstärke) steht im geraden Verhältniss der elektromotorischen Kraft und im umgekehrten des Leitungswiderstandes. Wird bei gleicher elektromotorischer Kraft der Schliessungsbogen nochmal so lang gemacht, so schaltet man damit nochmal so viele zu bewegende Theilchen ein, wodurch die Bewegung jedes einzelnen kleiner ausfallen muss wie vorher, die Stromstärke wird geringer. Macht man ebenfalls bei gleicher elektromotorischer Kraft den Schliessungsdrath nochmal so dünn, so ist nur die halbe Anzahl von Theilchen zu bewegen, die Stromstärke nimmt wiederum ab, aber der Rest der elektromotorischen Kraft zeigt sich in einer andern Bewegung als Wärme.

Je kürzer und dünner der Schliessungsdrath ist, desto weniger der elektromotorischen Kraft kann zur Bewegung der Moleküle, die wir elektrischen Strom nennen, verbraucht werden, es tritt irgend eine andere Kraftwirkung auf; sehen wir Wärme erscheinen, so wird bei Gleichbleiben der elektromotorischen Kraft die Stromstärke abnehmen. Letztere muss dem entsprechend unter allen Umständen geringer werden, wenn man die gleiche elektromotorische Kraft andere Wirkungen ausüben lässt; bringt man einen grössern Leitungswiderstand hervor, z. B. durch Einschalten einer Flüssigkeitssäule, so wird ein Theil der Kraft dafür beschäftigt die Theilchen der Flüssigkeit in Bewegung zu versetzen, d. h. den stärkern Leitungswiderstand zu überwinden, wodurch die Stromstärke eine entsprechende Schwächung erleidet. Das, was man elektrischen Strom heisst, ist nichts als eine bestimmte Form der Bewegung; treten daher bei gleichem Maass der Zersetzung und der

elektromotorischen Kraft daneben andere Bewegungen irgend welcher Art ein, so kann nicht mehr so viel Kraft auf die erste Bewegung verwendet werden, sie zeigt die negative Schwankung.

Das Gleiche findet man auch im Nerv und Muskel. Die Eiweisszersetzung, welche auch bei der anstrengendsten Arbeit sich nicht vergrössert, bringt eine Summe von Wirkungen hervor, deren einer Summand die Wärme, der andere die Wirkung der elektromotorischen Kraft ist. Letztere wird im ruhenden Zustand des Nerven und Muskels wegen des grossen Leitungswiderstandes dieser Gewebe völlig verbraucht, um die bestimmte Form der Bewegung der Theilchen derselben, deren Wirkungen wir als elektrischen Strom bezeichnen, hervorzubringen. Es kann aber erfahrungsgemäss die gleichbleibende elektromotorische Kraft zu einer andern Form der Bewegung dienen, wodurch dann natürlich die elektrischen Ströme um gleich viel verlieren.

Wenn ein Nerv eine Bewegung der Materie einleitet und der Muskel sie ausführt, oder wenn im Nerven ein Vorgang stattfindet, der schliesslich eine Empfindung hervorruft, so können wir dabei wirklich eine Reihe kurzer und schneller Stromes-Schwankungen im negativen Sinne nachweisen und damit eine ebenso rasch sich folgende Aenderung in der Lagerung der Moleküle. Die elektromotorische Kraft ist dabei zu dieser andern Bewegungsart aufgewendet worden, während der ruhende Muskel- und Nervenstrom abnimmt.

Alle äusseren Bewegungen (Reize), welche eine Anzahl von Theilchen im Nerven und Muskel aus ihrer Gleichgewichtslage herausbringen, haben eine Fortpflanzung der Umlagerung bis zum Muskel, eine Zuckung des letzteren und die negative Stromschwankung zur Folge; hört der Reiz auf, so tritt unter abermaliger Zuckung die ursprüngliche Lagerung wieder ein. Schnell hinter einander wirkende Anstösse ändern beständig diese Lagerung, es erfolgt dann eine dauernde Muskelcontraktion, bestehend aus einer dichtgedrängten Reihe einzelner Zusammenziehungen. Der Wille muss bei einer anhaltenden Muskelcontraktion ebenfalls abwechselnd und schnell nach einander den kleinsten Theilchen des centralen Nervenendes eine

Bewegung ertheilen, die sich nach der Peripherie ausbreitet. Wie der Wille diese Bewegung hervorruft, ist vorläufig noch ein Räthsel.

Es lässt sich, wenn man die elektrischen Kräfte die Bewegung der kleinsten Theilchen machen und dabei an Intensität abnehmen lässt, etwas Näheres aussagen über die Art und Weise wie die Fortpflanzung der Erregung im Nerven und die Muskelcontraktion geschieht. Fängt die in Anziehungen oder Abstossungen sich äussernde elektromotorische Kraft im Nerv und Muskel zu wirken an, so könnten die Theilchen derselben in bleibender Anordnung irgend einer Art wie in einer Leydner Flasche erhalten, oder zweitens in einen bestimmten Bewegungszustand wie in einem Stahlmagneten versetzt werden, bei welchem der einmal hervorgerufene Magnetismus sich ohne neue Zufuhr auf seiner Intensität erhält, oder es könnten die Theilchen drittens eine gewisse Form der Bewegung eingehen, zu deren Fortsetzung aber wegen der dabei vorhandenen Widerstände eine beständige Fortdauer der sie hervorrufenden Ursachen nöthig ist, wie z. B. beim Magnetismus des weichen Eisens oder bei einem Induktionsstrom.

Es scheint keinem Zweifel unterworfen, dass im Nerv und Muskel der letztere Zustand, wie wir oben schon angenommen, (bestimmte Form der Bewegung) verwirklicht ist, denn es gehört zur Erhaltung desselben eine ununterbrochene Reihe von Zersetzungen, indem beim Aufhören der letztern auch die elektrischen Ströme verschwinden. Statt dieser in der Ruhe immer stattfindenden bestimmten Form der Bewegung, hervorgerufen durch die fortwährenden Zersetzungen und die dadurch in jedem Zeitmoment verfügbare Kraft, kann aber nach unsern Erörterungen eine andere Form der Bewegung möglich werden, welche wir Leitungsvorgang im Nerven oder Contraktion im Muskel nennen; diese neue Bewegung setzt keine grössere Kraftwirkung als die erstere voraus, weil die erste um dieselbe Grösse an Intensität abnimmt als die neue erhält.

Wie soll man sich diesen Vorgang denken? Die Kraft zur Bewegung der kleinsten Theilchen bei der Innervation

und der Muskelcontraktion muss irgend woher kommen; sie wird, weil dabei kein grösseres Maass der Zersetzung sich ausbildet, von einer schon vorhandenen Bewegung genommen, wir kennen aber keine andere als eben die Form der Bewegung, in welche die Theile in der Ruhe durch den elektrischen Strom versetzt werden. Sollen nun die elektrischen Ströme im Muskel und Nerven irgend eine Bedeutung haben, und zum Zustandekommen der Contraktion von Einfluss sein, wie wir anzunehmen gezwungen sind, so müssen sie unter jeder Bedingung bei dem Auftreten einer andern Form der Bewegung an Intensität abnehmen. Den dabei stattfindenden Vorgang muss man sich demgemäss so denken, dass wenn ein kleinstes Muskel- und Nerventheilchen oder eine Gruppe derselben aus der gewöhnlichen Lagerung durch irgend einen äussern Anstoss (Reiz) entfernt ist und darin gehalten wird, dasselbe das zunächst liegende durch die vorher in einem gewissen Gleichgewichtszustand befindlichen elektrischen Anziehungen und Abstossungen ebenfalls in diese Lage bringt und sich auf diese Weise der Umlagerungs- und Bewegungsvorgang in den Molekülen nach beiden Seiten zu fortpflanzt. Dabei nimmt nothwendiger Weise die Intensität des elektrischen Stromes ab, indem die elektromotorische Kraft von Molekül zu Molekül für eine andere Art der Bewegung als sonst verwendet wird.

Sehen wir nun in der That unter diesen Umständen in der bei weitem grössten Mehrzahl der Fälle die sogenannte negative Schwankung auftreten, d. i. eine Abnahme der elektromotorischen Kraft nach Aussen, so liegt es nahe, diese für den Ausdruck der Uebertragung einer Art der Bewegung in eine andere anzusehen, wie ich es oben gethan habe. Du Bois findet dagegen, wie schon berichtet, diese Annahme nicht für plausibel, denn er bezeichnet dieselbe als das äussere Anzeichen der Ursache der Zusammenziehung und der Innervation.

Er hält die von uns acceptirte Erklärung hinsichtlich der Muskeln für unhaltbar, da die negative Schwankung derselben beim Tetanisiren aus einer dichtgedrängten Reihe von Stössen

besteht und der dabei stattfindende Verlust von Kräften sich auf dem Wege des gewöhnlichen Stoffwechsels nicht so rasch ersetzen könne. Dies ist jetzt anders, seitdem ich gefunden, dass für die Bewegung kein grösserer Stoffwechsel nöthig ist und bei der Bewegung nicht mehr Kraft aufgewendet wird als in der Ruhe auch. Hinsichtlich der Nerven nimmt er unsere Auffassung der negativen Schwankung nicht in Anspruch, weil unter dem Einfluss gewisser äusserer Bedingungen, z. B. beim Austrocknen der ruhende Nervenstrom seine Richtung verkehrt, beim Tetanisiren aber dann nicht eine negative Schwankung, sondern eine positive, also eine Zunahme der nach Aussen wirksamen elektromotorischen Kräfte eintritt. Dieses Experiment kann aber vorläufig kein Gegenbeweis gegen meine Ansicht sein, obwohl ich es auch nicht zu erklären vermag. Wäre beim Austrocknen etc. nichts weiter eingetreten als eine Stromesumkehr, dadurch dass die elektromotorischen Moleküle statt der gewöhnlichen positiv peripolaren Anordnung negativ peripolar geworden sind, so müsste nothwendig hier wiederum eine negative Schwankung beim Tetanisiren zum Vorschein kommen. Da aber bei diesen Misshandlungen des Nerven eine positive gesehen wird, so ist dies ein Beweis, dass noch weitere Veränderungen stattfanden, die Du Bois so unbekannt sind wie mir. Erst wenn man im Stande ist die positive Schwankung zu erklären und diese Erklärung mit meiner Ansicht nicht harmonirt, wird die unter abnormen Bedingungen vorhandene positive Schwankung zu einem Gegenbeweis werden. Du Bois selbst fand, dass die nach Aussen wahrnehmbaren elektrischen Kräfte nicht immer den wirklich vorhandenen an Intensität entsprechen; wir brauchen z. B. nur einen constanten elektrischen Strom durch ein Stück Nerv zu leiten, um, ohne irgend eine Aenderung in der elektromotorischen Kraft, nur durch Aenderung der Lagerung der elektromotorischen Moleküle eine Zunahme oder Abnahme (positive oder negative Phase des Elektrotonus) der nach Aussen wahrnehmbaren elektrischen Ströme zu sehen. Eine kleine (parelektronomische) Schicht am künstlichen Querschnitt des Muskels, die eine von der gesetzmässigen abwei-

chende Lagerung hat, kann ebenfalls die nach aussen wirksamen elektrischen Kräfte ganz oder zum Theil aufheben, obwohl die elektromotorischen Kräfte im Muskel wie sonst vorhanden sind, daher bei Zerstörung dieser Schicht der regelmässige ruhende Strom wieder erscheint; beim Tetanisiren erfolgt hier wiederum eine positive Schwankung und zwar desshalb, weil obige Schicht (Du Bois a. a. O. Bd. II. Abth. II. S. 147) an dem Molekülarmechanismus der Zusammenziehung keinen Antheil hat und somit bei Abnahme des ruhenden Stromes der Strom dieser Schicht relativ an Intensität zunimmt. Aehnliche Verhältnisse können auch bei der positiven Schwankung nach Misshandlung des Nerven eintreten, so dass die seltene positive Schwankung am Nerven meine Ansicht durchaus nicht widerlegt. Nach dem Tetanisiren von Nerv und Muskel ist eine sehr starke und andauernde Abnahme des ursprünglichen Stromes vorhanden, die selbst Du Bois (a. a. O. Bd. II. Abth. I. S. 565) von einem Kräfteverlust abzuleiten gezwungen ist; er muss also die negative Schwankung aus zwei verschiedenen Ursachen hervorgehen lassen.

Ich sage einfach, dass ich zur Erklärung der Muskelcontraktion auf die elektrischen Ströme zurückgedrängt werde, und diese an Intensität dabei abnehmen müssen. Da dies ein nothwendiges Postulat ist, so erscheint mir die wirklich beobachtete negative Stromesschwankung der Ausdruck dafür zu sein. Ich bin in der Lage, damit das Zustandekommen der Muskelcontraktion zu erklären und einleuchtend zu machen, warum wir gerade elektrische Kräfte im Organismus nöthig haben, denn sie allein ermöglichen die Fortpflanzung einer gewissen an einer Stelle eingeleiteten Bewegung. Der Nerv ist nach unserer Vorstellung ein einfacher Leitungsdrath zwischen Centrum und Peripherie; er ist aber verschieden von dem gewöhnlichen elektrischen, da seine kleinsten Theilchen in Folge der an ihnen stattfindenden Eiweisszerstörung durch eine leitende Flüssigkeit verbundene geschlossene Ketten darstellen. Nach der Du Bois'schen Anschauung weiss man nicht, welche Bedeutung die elektrischen Ströme im Thiere haben, sie sind beliebige

Folgeerscheinungen, über deren Verwendung und Werth wir nicht das Mindeste aussagen können.

Die bei einem äussern Eingriffe auf den Nerven hervorgebrachte und bis zum Muskel durch die elektrischen Kräfte sich ausbreitende andere Anordnung der Theilchen ist es, die wir am Nerven als Leitungsvorgang, am Muskel als Zuckung bezeichnen; eine schnell sich folgende Reihe solcher Umlagerungen bewirkt das, was wir dauernde Muskelcontraktion nennen. Wir können nur den Vorgang am Nerven wegen des vom Muskel verschiedenen histologischen Baues nicht mit dem Auge wahrnehmen, während er am Muskel sichtbar wird.

Diese Zusammenziehung des Muskels ist nun im Stande, sekundär äussere Widerstände zu überwinden. Die lebendige Kraft der sich auf diese Weise bewegenden Theilchen wird auch meist zu Leistungen ausserhalb des Körpers verausgabt, jedoch nicht immer. Contrahirt man nämlich einen Muskel ohne einen Effekt nach Aussen zu bewirken, so ist es möglich, dass die Kraft, welche den Muskel zusammenzog, innerhalb des Körpers durch Reibung zu Wärme verwendet wird. Die Herzarbeit z. B. verliert sich in innern Widerständen und kann zur Wärmeerzeugung dienen, während bei den Athembewegungen die Kraft in der mit einer gewissen Geschwindigkeit ein- und ausströmenden Luft fortgeht.

Mit dieser Theorie ist es ferner möglich alle übrigen Erscheinungen, welche wir während und nach der Nerven- und Muskelaktion eintreten sehen, zu erklären, so dass sie sich als nothwendige Folge davon ergeben.

Mehrere Forscher haben, wie schon S. 150 erwähnt wurde, Unterschiede in den Zersetzungsprodukten ruhiger und thätiger Muskeln gefunden, und man könnte von mancher Seite meinen Versuchen die Resultate derselben als Gegenbeweis gegenüber halten. Du Bois (Monatsberichte der Berliner Akademie, März 1859. S. 288) zeigte uns, dass der zuckungsfähige Muskel im Ruhezustand neutral reagirt, der absterbende ausgeruhte oder der stark angestrengte dagegen sauer. Das Gleiche bestätigte O. Funke (Arch. f.

Anat. u. Physiol. 1859. Heft 6. S. 835) für den Nerven. Bei der Muskel- und Nervenzersetzung durch den Stoffwechsel werden also saure Produkte gebildet, die für gewöhnlich wie auch der Harnstoff durch das Blut augenblicklich aus dem Nerven und Muskel ausgeschwemmt werden. Ist jedoch die Blutcirkulation z. B. beim ausgeschnittenen Nerv-Muskelpräparat nicht mehr vorhanden, so häuft sich bei der Fortdauer der Zersetzungen die Säure allmählig an. Wenn man aber auch den Muskel nach heftigen Contraktionen früher eine saure Reaktion annehmen sieht, so ist dies noch kein Beweis für eine zum Zustandekommen der Aktion nöthige grössere Zersetzung von Muskelsubstanz. Für letzteres ist ebensowenig die von H. Helmholtz (Müll. Arch. 1845 S. 72) nachgewiesene Verminderung des Wasserextrakts und Vermehrung des Alkoholextrakts in den durch elektrische Schläge getödteten Muskeln gegenüber denen des nicht elektrisirten Fleisches beweisend; auch nicht die von demselben Autor (Müll. Arch. 1848. S. 144) gefundene Erhöhung der Wärmeentwicklung um 0.14—0.18° C. in tetanisirten Muskeln, oder die Beobachtung von Valentin, (Arch. f. physiol. Heilkunde Nro. 14. 1855. S. 431) nach der während der Contraktion die Ausscheidung der Kohlensäure gegen den ruhenden Zustand sehr vermehrt ist.

Alle diese Erscheinungen hängen nämlich nur von der S. 194 besprochenen Möglichkeit der Vermehrung des Umsatzes während eines kleinen Zeitabschnittes ab. Die Eiweisszersetzungen im Organismus während 24 Stunden sind darnach immer abhängig von der Menge des Eiweisses in der Nahrung und im Körper, und der Menge des eingeathmeten Sauerstoffs; in einem gewissen Zeitraum haben wir eine bestimmte durch die Thätigkeit der Zelle zugeführte Menge von Blastem zur Verfügung, die je nach der Sauerstoffzufuhr mehr oder weniger schnell oxydirt wird. Bei einer starken Muskelanstrengung wird im Ganzen mehr Sauerstoff aufgenommen, das vorhandene Blastem verbrennt rascher; da aber zeitweilig nur eine bestimmte Menge Blastem durch die Zellenarbeit geboten ist, so wird die Oxydation von Eiweiss trotz des noch nicht verbrauchten Sauerstoffs aufhören, da kein

Verbrennungsmaterial mehr da ist; der Process beginnt erst wieder, wenn neues Blastem herankommt. Die während eines kleinen Zeitraums stattfindende Eiweissoxydation kann sich in einen Abschnitt desselben zusammendrängen, für den zweiten Abschnitt bleibt dann kein Material mehr da; die Krafterzeugung vertheilt sich ebenso, für gewöhnlich auf den ganzen Zeitraum, sie concentrirt sich aber auch auf einen Theil desselben; der Umsatz und die Quantität der gelieferten Kraft bleibt in beiden Abschnitten aber immer die gleiche.

Ist nun ein Muskel aus dem Körper entfernt, so reicht unter gewöhnlichen Umständen der Rest des vorhandenen Blastems noch eine Zeit lang (wir wollen sagen 12 Stunden) aus, um die elektrischen Ströme und das Leben zu erhalten; nach endlicher Erschöpfung des Materials reagirt der Muskel sauer, die Zersetzungsprodukte haben sich vermehrt und Wärme ist gebildet worden. Tetanisirt man aber den Muskel, so ist derselbe Blastemvorrath schneller aufgezehrt, daher der Muskel bald todt ist (wir wollen sagen in ½ Stunde). Es bildet sich nun in dieser halben Stunde die gleiche Menge Zersetzungsprodukte und Wärme wie vorher in den 12 Stunden, also treffen wir in der Zeiteinheit eine grössere Menge derselben. Harless (Sitz.-Ber. d. k. b. Akad. Juni 1860) hat dies experimentell dargethan, indem er nachwies, dass ein Gastrocnemius eines Frosches, der bis zur Todtenstarre ruhig liegen gelassen wird, dieselbe Quantität festen Rückstands liefert, wie derselbe Muskel der andern Seite, nachdem er durch elektrische Schläge in viel kürzerer Zeit getödtet worden; Prof. Harless ist eben damit beschäftigt das Gleiche für die Entwicklung der Kohlensäure an lebenden ruhigen und sich contrahirenden Muskeln darzuthun. Der ganze Vorrath von Blastem hat natürlich in einer halben Stunde dieselbe Quantität Kraft geliefert wie vorher in zwölf. Dies ist aber der Beweis, dass zur Realisirung der Arbeit nicht mehr Stoff zersetzt wird als ohnedem auch, und dass bei der Arbeit nicht mehr Kraft auftritt als ohne dieselbe. Man untersucht in allen diesen Fällen nicht für die Muskelaction charakteristische und nothwendig damit verbundene Vorgänge, sondern

die auch im unthätigen Zustand vor sich gehenden Folgen des Stoffwechsels, der sich bei übergrossen Anstrengungen nicht im Ganzen, sondern nur momentan vermehren kann.

Gerade das Festhalten an diesen Beobachtungen, die einen grösseren Umsatz bei der Muskelcontraktion demonstriren sollen, thut am besten dar, wie weit man bis jetzt von der richtigen Anschauung entfernt war, nach der die Kraft für die mechanische Bewegung von einem Vorrath einer in der Ruhe anderswie verbrauchten Kraft sich ableitet. So nimmt z. B. Pflüger (Unters. über die Physiol. des Elektrotonus 1859. S. 472) im Gegensatz zu unserer Vorstellung bei einer Theorie der innern Mechanik des Nerven zweierlei Möglichkeiten für die Veränderungen desselben (Wellenbewegungen) bei der Leistung an. In einem ersten Fall kann darnach ein Atom seine Bewegung einem andern übertragen, so dass die Summe der in dem System vorhandenen lebendigen Kräfte ungeändert dieselbe bleibt, was ihm nicht richtig dünkt. Nach einer zweiten Ansicht, die ihm fast unzweifelhaft scheint, kann die erste Molekelcombination die zweite in Umstände bringen, durch welche eine Entleerung der in der zweiten Molekelcombination vorhandenen Spannkräfte möglich gemacht wird; hier braucht nach ihm die lebendige Kraft der anfänglichen nicht gleich zu sein, sondern sie kann dieselbe beliebig übertreffen dadurch, dass die vorschreitende Bewegung auf allen Punkten Kräfte auslöst. Nach meiner Anschauung muss dieser Ausspruch von Pflüger modificirt werden; der erste Anstoss im Nerven ist sicherlich kleiner als die Folgen desselben, dennoch aber ist die im System vorhandene lebendige Kraft der anfänglichen gleich geblieben, weil die schon vorhandene lebendige Kraft sich nur in eine andere Kraftwirkung umgesetzt hat, und nicht mehr lebendige Kraft entstanden ist.

W. Kühne (Arch. f. Anat. und Physiol. 1859. Heft 5. S. 564) möchte durch seine schönen Untersuchungen über die contraktilen Substanzen Vorarbeiten zu einer nähern Erforschung des durch die Muskelbewegung bewirkten Stoffwechsels in seiner Beziehung zur Leistung des Thierleibs liefern; er wird jedoch sicherlich nur Beiträge für die Einzelnheiten der ge-

wöhnlichen Stoffwechselvorgänge, deren Endglieder und Gesetze wir festgestellt haben, bringen können, da die Muskelbewegung keinen Stoffwechsel bewirkt und der Stoffwechsel da sein muss, ehe eine Contraktion eintritt.

Wenn also die Grösse der Zersetzung auch bei der Arbeit nur durch die von uns aufgestellten Faktoren bedingt ist, und daher auf 24 Stunden und jeden kleinern Zeitabschnitt nur eine gewisse Menge Eiweiss und freiwerdende Kraft kommt, die entweder zur Erhaltung einer bestimmten Bewegung der Moleküle (Ruhe) oder zu einer andern Bewegungsform der letztern (Thätigkeit) verwendet wird, so kann der Körper in 24 Stunden und in einem kleinern Zeitabschnitt auch durch die grösste Anstrengung niemals mehr Wirkungen nach Aussen bei einer bestimmten Nahrungsmenge ausüben, als bei der Ruhe im Innern geleistet werden, und somit nur eine mechanische Arbeit von bestimmter Grösse ausführen. Daraus erklären sich die Erfahrungen, die wir täglich bei der Arbeit, der Ermüdung und Erholung machen. Denn ohne dies sähe man nicht ein, warum ein Muskel sich nicht so lange contrahiren könnte, als noch organische Substanz an ihm ist.

Wir können viele Stunden lang ohne besondere Anstrengung eine mässige Arbeit verrichten; soll aber in einem kleinen Zeitraum eine grosse Leistung geschehen, so ist dies wohl durch eine Concentration der Zersetzung und einen grössern Abzug von der Elektricität möglich, jedoch reicht das Blastem und die Kraft dann nur für kurze Zeit aus, man wird matt und ist gezwungen zu warten bis in der Erholungszeit wieder neues Blastem zugeführt worden und allmählig verfügbare Elektricität sich wieder angesammelt hat; dann kann, ohne dass neue Nahrung aufgenommen worden ist, dieselbe starke Arbeit wieder beginnen. Ein Arbeiter bringt bei gleichem Eiweissumsatz im Tag durch Forciren in der Zeiteinheit wohl mehr zu Stande, aber nicht im Ganzen; eine starke Arbeit erfordert entsprechend mehr Ruhe. In Erregung und Angst sind grosse Leistungen ausführbar, zuletzt tritt jedoch z. B. bei gehetzten Thieren völlige Erschöpfung der Kräfte ein.

Sehr interessant sind hierher gehörige Erscheinungen nach Hemmung des Blutlaufs in einem Theil des Körpers. Unterbindet man z. B. einem Frosch die Bauchaorta, so hüpft er noch, wie schon Schiff in seiner Physiologie S. 103 berichtet, einige Zeit umher. Nöthigt man ihn aber mehrere starke Bewegungen zu machen, so sind die untern Extremitäten schnell gelähmt; bald ist er aber im Stande dieselben von Neuem zu gebrauchen, worauf abermals Erschöpfung eintritt. Diese Abwechslungen kann man in günstigen Fällen oftmals hinter einander beobachten. Es resistirt immer noch eine gewisse Menge Ernährungsflüssigkeit, wegen der abgeschnittenen Zufuhr ist aber sehr schnell die zeitweilig frei gewordene Kraft verbraucht; nach einigen Minuten hat sich endlich wieder so viel angesammelt, dass ein Paar Muskelcontraktionen ausführbar sind. Das Gleiche nimmt man bei mit Strychnin vergifteten Thieren wahr; man kann manchmal beobachten, dass sie nach einem heftigen allgemeinen Tetanus wie todt niedersinken, bald sieht man aber Erholung eintreten, die wiederum denselben Tetanus mit gleichem Erfolg möglich macht; die starke Muskelaction erschöpft allen Vorrath lebendiger Kraft und ehe eine neue Bewegung erfolgen kann, muss sich durch Zersetzung wieder Kraft angehäuft haben.

Schneidet man einen Nerven oder Muskel aus dem Körper heraus, so sieht man aus gleichem Grunde Aehnliches. Es scheint proportional der Stärke der Erregung (ersten Bewegung der Moleküle) ein mehr oder weniger grosser Theil der Elektricität zu verschwinden; denn nach längerer Applikation eines schwachen elektrischen Reizes hört der Muskel auf, darauf zu reagiren, bei einem stärkeren Strom zuckt er aber wieder; es bedurfte also eines stärkern Anstosses um von Neuem eine Uebertragung von Kraft hervorzurufen. In Folge längeren Tetanisirens der Muskeln halten sich anfangs nach Du-Bois (Unters. über thierische Elektricität Bd. II. Abth. II. S. 152) die ersten Nadelausschläge weit unter denen von ruhig gebliebenen, durch längere Ruhe kann sich die ursprüngliche Stärke wieder herstellen. Es bedarf jedenfalls einer gewissen Stärke

der elektromotorischen Kraft um eine neue Anordnung der Moleküle, wie sie bei der Muskelzusammenziehung stattfindet, hervorzurufen. Desshalb kann ein Nerv und Muskel wohl noch den ruhenden Strom zeigen, obwohl eine Muskelcontraktion nicht mehr möglich ist.

Die Intensität der elektrischen Ströme und der dadurch hervorgebrachten mechanischen Effekte innerhalb und ausserhalb des Organismus richtet sich ganz nach der Eiweisszersetzung, welche abhängig ist von der Menge des Eiweisses und Fetts der Nahrung oder des Körpers, und des eingeathmeten Sauerstoffs. Wird wenig Eiweiss zerstört, so kann auch wenig gearbeitet werden, wird aber mehr umgesetzt, so ist der Körper damit zu grossen Leistungen befähigt. Es ist daher für ein gewisses Maass des Eiweissverbrauchs die Möglichkeit einer bestimmten körperlichen Anstrengung gegeben; soll mehr geleistet werden, so muss mehr Eiweiss zugeführt werden. Die Anstrengung beeinflusst nicht den Verbrauch, sondern umgekehrt der Verbrauch die Anstrengung. Ein Arbeiter, der gut zu essen hat, (z. B. Fleisch) wird mehr Widerstände überwinden als ein hungernder oder schlecht genährter (z. B. mit Kartoffeln etc.); ein Pferd, das sich stark anstrengen soll, muss zu seinem gewöhnlichen Futter eine Portion Haber zugesetzt erhalten.

Die äussere Arbeitskraft eines Individuums steigert sich mit der Eiweissoxydation, jedoch durchaus nicht proportional, weil bei grösserer Nahrungsmenge die innere Arbeit durch die verstärkten Herz-, Athem- und Darmbewegungen ausserordentlich vermehrt ist und dafür viel Elektricität verbraucht wird; proportional sind nur die gesammten inneren und äusseren Kraftäusserungen. Unser Hund hätte bei 1500 Grmm. Fleischverbrauch keinesfalls viel mehr Radumgänge hervorgebracht als er gethan hat, trotzdem treffen wir beim Hungern mit 200 Grmm. Fleischumsatz beinahe ebensoviel Leistung. Wir können also aus der Harnstoffmenge keinen direkten Rückschluss auf die Fähigkeit eines Organismus äussere Widerstände zu überwinden machen, wohl aber auf die überhaupt zu Wirkungen verbrauchte Kraft.

Es ist allem Anschein nach nicht viel Eiweiss erforderlich, um die gewöhnlichen Kraftwirkungen im Thierleib ausser der Wärme hervorzubringen. Unser Hund verbrannte beim Hungern nur 200 Grmm. Fleisch, in manchen Fällen z. B. bei Fett- oder Leimnahrung sogar noch weniger; dabei war er zwar heruntergekommen, während er bei reichlicher Fleischnahrung ausserordentlich lebhaft und ganz unbändig ist, er konnte aber damit noch eine starke Arbeitsleistung vollbringen. Nimmt man an, der Hund habe im Tag nur die äussere Arbeit von 150000 Kilogrammeter ausgeführt, so wäre diese (1 Wärmeeinheit = 420 Arbeitseinheiten gesetzt) 357100 Wärmeeinheiten äquivalent, was der gerechneten Verbrennungswärme von 73 Grmm. trocknen = 300 Grmm. frischen Fleischs entspricht. Da nun ein Theil der beim Hunger umgesetzten 200 Grmm. Fleisch zur Wärmeerzeugung beiträgt, so zeigt uns dies, dass die chemische Spannung im Eiweiss grösser sein muss, als die aus den Wärmeeinheiten seines Kohlenstoffs und Wasserstoffs gerechnete.

Es wäre desshalb von ausserordentlicher Wichtigkeit für die Physiologie die Verbrennungswärme der im Thierkörper vorhandenen complicirten chemischen Verbindungen genau zu kennen, ebenso das mechanische Aequivalent der Elektricität. So viel ist aber gewiss, dass wegen des hohen mechanischen Aequivalents der Wärme nicht viel Eiweiss dazu gehört, um grosse mechanische Leistungen hervorzubringen. Ueberschreitet daher die Arbeitsforderung nicht eine bestimmte Grösse, so braucht der Arbeitende nicht mehr zu essen als der Faullenzer, da unsere gewöhnliche Kost dafür hinreichend ist.

An der Hand unserer Ernährungsuntersuchung ist man im Stande, die Wahl der Nahrungsmittel für einen thätigen oder unthätigen Körper zu treffen. Man hat je nach der verlangten Leistung mehr oder weniger Eiweiss zu reichen, so viel dass der Körper bei der Arbeit frisch und tüchtig bleibt. Den Rest der Wärme deckt man besser durch Fett oder Kohlehydrate als durch einen Ueberschuss von Fleisch. Ist der Körper aber unthätig, so ist ihm ein Theil des bei der Arbeit ein-

genommenen Fleisches Luxus und man darf denselben durch Fett oder Kohlehydrate ersetzen.

Der Nerv, wenigstens der motorische, vermag also nicht auf die chemischen Zersetzungen im Körper zu influiren. Es hätte jedenfalls höchst complicirter Vorgänge dazu bedurft, da durch die Arbeit von den Hauptfaktoren des Umsatzes nur der Sauerstoff in seiner Quantität geändert wird. Man hätte sich denken müssen, dass der Wille auf unbekannte Weise zuerst mehr Blastem und mehr Sauerstoff herzieht, dann die Verbrennung geschieht und daraus erst die Kraft für die Muskelcontraktion verfügbar wird. Dieser Umweg wird nicht eingeschlagen, sondern es ist die bewundernswerthe Einrichtung getroffen, dass bei der Eiweisszerstörung immer ein bestimmter Theil des Spannvorraths zu elektrischen Strömen wird, die durch unsern Willen eine andere Richtung annehmen und zur Bewegung der Materie dienen. Wenn wir andere Nerven ganz entschieden auf die Ernährung und Absonderung von Einfluss sehen, so geschieht dies wahrscheinlich nur sekundär, indem sie primär die Quantität der drei Faktoren des Stoffwechsels ändern, vor Allem den Zufluss von Blastem, vielleicht durch eine Aenderung im Lumen der Gefässe oder durch eine Modifikation der physikalischen Eigenschaften der Membranen.

Dadurch haben wir wiederum erkannt, mit welchen einfachen Mitteln die Natur so ausserordentliche Effekte erringt. Ein Paar Hundert Gramm täglich verbrannten Fleischs und Fetts sind hinreichend das zu bewirken, was wir Leben nennen, unter anderm eine Wärme hervorzubringen um 22 Liter Wasser zum Sieden zu bringen und eine Last von mindestens 150000 Kilogramm 1 Meter hoch zu heben. Beide Sorten von Nahrung sind nach einer weisen Anordnung in ihrer Bedeutung für den Organismus völlig von einander getrennt; die eine giebt nur Wärme, die andere Wärme, Elektricität und mechanische Arbeit. Es ist unserer Willkühr überlassen die vorhandene Elektricität in äussere Effekte zu verwandeln, so lange, bis wir von einem Mangel derselben durch die Ermüdung und Unmöglichkeit weiter zu arbeiten belehrt werden. Die Wärme, die uns

für alle Vorgänge des vegetativen Lebens so unumgänglich nöthig ist, durfte nicht dem wenig einsichtsvollen Schalten und Walten des Menschen oder Thieres übergeben werden. So wie wir früher sahen, dass der Körper die Möglichkeit in sich tragen musste, die überschüssige Nahrung wieder zu eliminiren, da er bei der Aufnahme der Speisen nicht berücksichtigt, wie viel und was ihm zuträglich ist, so erkennen wir jetzt die Unmöglichkeit eines selbstständigen Eingriffs der Nerven in die Zersetzungsprocesse; diese sind stets geregelt durch die jeweilige Menge des Fleisches und Fettes am Körper oder in der Nahrung und die Sauerstoffaufnahme, und machen eine entsprechende Quantität lebendiger Kräfte übertragbar, von denen ein Theil je nach unserer Willkühr zu äussern Bewegungen verwendet werden kann.

IV.

Anhang mit Bemerkungen über Cautelen bei Ausführung von Stoffwechselversuchen.

Die in diesem Buche mitgetheilten drei Arbeiten über den Einfluss verschiedener Agentien auf den Stoffwechsel sollen zugleich sichere Anhaltspunkte dafür gewähren, wie man bei solchen Untersuchungen zur Erreichung brauchbarer Resultate zu verfahren habe, und welche Schlüsse man aus den erhaltenen Resultaten zu ziehen berechtigt ist. Der bei derlei Experimenten zu befolgende Weg ist nach dem Vorgange unserer Forschungen ein ganz anderer und schwierigerer geworden, als man bis jetzt glaubte, und es werden leider wegen Nichtbeachtung unumgänglich nothwendiger Cautelen sehr viele frühere Angaben nicht mehr zu verwerthen sein.

Ich halte es daher durchaus für nöthig, auf das bei Ausführung von Stoffwechselversuchen einzuschlagende Verfahren nochmals nachdrücklichst aufmerksam zu machen, da man für gewöhnlich meint, es bedürfe nur der chemischen Analyse des Harns, um die Wirkung irgend einer Substanz abschätzen zu können. Diese Ansicht ist vollkommen unrichtig, weil zum Zustandekommen des Umsatzes eine grosse Zahl von Faktoren eingreifen, deren Wirkungen alle vorher genau gekannt sein wollen. Nimmt man darauf keine Rücksicht, so verfällt man unter allen Umständen in Fehler.

Man hat ausser dem von uns befolgten Wege noch auf einem andern eine Garantie für die Richtigkeit der aus den Versuchszahlen gemachten Schlüsse gesucht. Man glaubte von rein mathematischem Standpunkte aus angeben zu können, ob physiologische Versuche für eine bestimmte Frage beweisend oder nicht beweisend seien; von anderer Seite widerstritt man. Es wäre natürlich von sehr grosser Wichtigkeit, wenn wir durch verschiedene Hilfsmittel in den Stand gesetzt wären, sichere Entscheide zu treffen. Wir wollen daher hier zuerst untersuchen, ob uns die Mathematik in unserm Fall wirklich ein solches Mittel bietet.

Radike hat in einer schönen Arbeit (Archiv für physiol. Heilkde. N. F. Bd. II. 1858. Heft 2) ein Verfahren angegeben den Mittelwerth der Zahlen, welche wir bei unsern Beobachtungen einer veränderlichen Grösse erhalten, und die mittleren Schwankungen derselben zu berechnen. Soll nun der Einfluss irgend einer Substanz geprüft werden, so nimmt Radike einen solchen nur dann an, wenn in letzterem Fall die Mittelzahl mit Berücksichtigung der Schwankungen entschieden grösser ausfällt als die in einer Normalreihe ohne diese Substanz gefundene. Wir haben uns jedoch durch Radike nicht bestimmen lassen sein Verfahren bei Berechnung unserer Versuche einzuschlagen, denn wir reducirten bekanntlich einfach die Zahlen zur Vergleichung verschiedener Reihen unter einander auf eine kleinere Einheit d. i. auf 24 Stunden. Ich will den Grund, der uns dazu veranlasste, aus einander setzen, sonst würde man mit Recht meinen jetzigen und den früheren gemeinschaftlich mit Prof. Bischoff angestellten Untersuchungen zum Vorwurf machen, dass deren wahrscheinlicher Fehler nach Radike's Weise nicht bestimmt worden ist, und von gewisser Seite versucht sein, ihnen desshalb ihre volle Berechtigung abzusprechen. Wir können jedoch nicht sagen, dass uns die Entgegnungen gegen Radike zur Verwerfung der Methode desselben führten. Denn nach unserer Ansicht irrten beide Theile, der eine, indem er rechnete ohne sämmtliche Bedingungen für

eine mathematische Verwerthung zu kennen, der andere, indem er den Fehler des ersteren wohl fühlte, sich jedoch nicht ganz klar darüber machen konnte.

Es sind sehr viele Menschen über die möglichen Leistungen der Mathematik in grossen Irrthümern befangen; sie haben entweder eine unbegrenzte Achtung vor ihr, so dass alles, was gerechnet ist, recht sein muss, oder sie unterschätzen sie und zucken die Achseln, wenn von Zahlen die Rede ist.

Es ist dagegen nicht genug hervorzuheben, dass der Mathematiker mit Zahlen allein nichts anfangen kann; er sagt uns nur, unter den angegebenen Bedingungen rechne ich daraus dies, und unter jenen jenes. Es steht erstens fest, das vom Mathematiker erhaltene Resultat gilt nur für gewisse Voraussetzungen, ist für diese aber unumstösslich; ein anderes, ebenfalls unantastbares ergiebt sich unter andern Voraussetzungen; es ist weiter einleuchtend, dass der Mathematiker, wenn er einen gegebenen Fall verwerthen will, alle Voraussetzungen für denselben kennen muss. Denn man glaube nur ja nicht, man käme mit Hilfe der Mathematik auch mit Ausschluss jeder Rechenfehler unwiderruflich zu richtigen Resultaten; es hilft nichts, wenn die ausgeführten Operationen an und für sich fehlerfrei sind, es müssen die primitiv aufgestellten Gleichungen wahr sein.

Es ist demnach die Aufgabe des Physiologen die Erscheinungen in seinem Gebiete genau zu beobachten, den Zusammenhang derselben unter einander und alle Ursachen, welche zu ihrem Zustandekommen beigetragen, zu erforschen und endlich die Werthe der einzelnen Glieder in Zahlen anzugeben. Dadurch wird der Mathematiker erst in den Stand gesetzt mathematische Operationen auszuführen und endgültig zu entscheiden, ob die ihm angegebenen Zahlen zur Beantwortung der gestellten Frage ihre Berechtigung haben, indem er z. B. die Grösse der Beobachtungsfehler, wie Radike thut, in's Auge fasst. Ist dies geschehen, so wird es ihm möglich, den Gesetzen, die vorher nur Worte waren, einen mathematischen Ausdruck zu geben. Sobald aber der Physiologe dem Mathematiker nicht

alle zu einer Erscheinung mitwirkenden Umstände angeben kann, so fällt die Leistung des Mathematikers zusammen, da sie nur für die in die Berechnung gebrachten Umstände Werth hat; für letztere jedoch ist sie unbedingt gültig.

Dies ist der Standpunkt der Mathematik allen Fragen gegenüber. Wie verhalten sich aber in dieser Sache die Gegner Radike's? Statt ihm zu zeigen, worin er unrichtig verfahren, sagt z. B. Vierordt, der recht gut einsah, dass Radike nicht ganz im Rechte war, in seinen Gegenbemerkungen (Archiv f. physiolog. Heilkunde.; N. F. Bd. II. Hft. 2. 1858. S. 220), dass es ausser der rein formalen Betrachtung der Versuchszahlen an und für sich noch andere in der Natur des Objekts selbst liegende, sogenannte innere Gründe gebe, die bei der Schlussziehung aus empirischen Zahlenergebnissen gehört werden müssen.

Wenn Vierordt und nach ihm Beneke (Arch. f. phys. Hlkde-, N. F. Bd. II. 1858 Heft 4) oder L. Lehmann (Unters. zur Naturlehre von Moleschott 1859. Bd. 6. Heft 2. S. 186) durch Aufstellung dieser inneren Gründe das mathematische Ergebniss antasten zu können meinen, so haben sie verkannt, was die Mathematik zu leisten vermag. Es giebt keine inneren Gründe, welche neben den richtigen formalen Zahlen für die Gültigkeit eines Resultats einstehen können; denn das, was der Mathematiker rechnet, ist, wie schon entwickelt worden, für die gemachten Voraussetzungen unumstösslich und wenn Gründe dagegen sind, so sind eben nicht alle Voraussetzungen in der Rechnung verwerthet worden, und desshalb ist das Resultat für den gegebenen Fall ein falsches. Das was Vierordt mit dem unglücklichen Namen „innere Gründe" bezeichnet, sind die Voraussetzungen für die Rechnung. Niemals können die Voraussetzungen oder die inneren Gründe neben den Zahlen einherwandeln, es müssen vielmehr alle inneren Gründe einer Erscheinung vor der Berechnung verwerthet und formalisirt sein und wenn man sie nicht alle zu formalisiren vermag, so kann für den gegebenen Fall gar keine Rechnung angestellt werden.

Legt man, um ein Beispiel zu gebrauchen, dem Mathematiker die Zahlen 2 und 4 vor, so kann er je nach der Rechnungsweise die verschiedensten Werthe daraus finden, so bei der Addition 6, bei der Subtraktion 3, bei der Multiplikation 8 etc.; wenn er also ohne die Bedingungen zu wissen, unter denen die Zahlen verbunden werden sollen, addirt und die Zahl 6 erhält, so ist dies Resultat offenbar falsch, sobald die Voraussetzung gemacht ist, dass die Zahl 2 Schulden, die Zahl 4 aber Vermögen bedeutet und als Resultat Vermögen erscheinen soll; es ist formal falsch, weil in Unkenntniss der Bedingungen eine verkehrte Rechnungsweise gewählt wurde. Die Gegner Radike's hätten aber anders gesagt; die Rechnung, so hätte es gelautet, ist wohl formal richtig, weil jedoch innere Gründe für die Unrichtigkeit des Ergebnisses zeugen, so müssen diese auch gehört werden. Das Ergebniss ist aber nach der richtigen Auffassung formal unrichtig, da die inneren Gründe nicht alle beachtet wurden.

Man hat also Radike gegenüber nur die Voraussetzungen (inneren Gründe), welche er nicht in die Rechnung gezogen, anzugeben, um ihn zu wiederlegen.

Die innern von den Gegnern Radike's gegen die Rechnungen desselben aufgestellten Gründe sind jedoch nicht nothwendige Faktoren für die Rechnung und also auch keine Gründe dagegen. Da heisst es bei Vierordt, Radike habe wohl Recht, aber der formalen Mangelhaftigkeit einer Versuchsreihe könnten, zudem wenn das Resultat a priori zu erschliessen ist, in der Natur der Sache liegende, der Logik des Wahrscheinlichkeitskalküls unzugängliche Gründe, eine Logik der Thatsachen, zu Hülfe zu kommen. Solche Gründe ändern aber meiner Meinung nach nichts an der Versuchsreihe; entweder ist die nach den Versuchszahlen angestellte Rechnung falsch, dann hat man den Fehler derselben nachzuweisen, oder es sind die Versuche falsch, dann hat man diese zu verwerfen und kann durch andere Gründe nichts daran verbessern. Wir wollen einmal annehmen, es arbeite ein Physiker mit der Atwood'schen Fallmaschine und er suche aus seinen damit gemachten Beob-

achtungen die ihm schon bekannten Fallgesetze durch Rechnung abzuleiten; findet er nun, dass die Fehlergrenzen in den Beobachtungen zu gross sind um einen Schluss daraus zu ziehen, so wird er niemals sein Wissen um die Fallgesetze der formalen Mangelhaftigkeit der Versuche zu Hülfe kommen lassen, sondern er verwirft, angenommen er habe recht gerechnet, seine Versuche, mit denen er gar nichts anfangen kann, als ungenau und arbeitet in Zukunft sorgfältiger oder mit besseren Instrumenten. Die Zahlen und die Versuche sind es, mit denen der Naturforscher einen Satz beweisen muss, und wenn diese nicht dafür stimmen, so nützt es nichts zu sagen, mein Resultat ist wohl nicht dafür sprechend, ich meine aber aus andern Gründen, dass es anders ist; wozu hätte dann überhaupt der Versuch genützt? Man kann gewiss viel per analogiam schliessen, aber ein Experiment kann nicht per analogiam verbessert werden. Es ist darzuthun, wie das Ergebniss durch andere Einflüsse von bestimmbarem Werth abgeändert worden oder es ist als unbrauchbar zur Schlussfolgerung zu bezeichnen.

Beneke (a. a. O. S. 552) führt einen weitern inneren Grund an, indem er sagt, dass dem Forscher durch die Führung der Untersuchungen ein Vertrauen oder Misstrauen in die Resultate entstehe, welches mächtiger und überzeugender sei, als die Zahlen selbst. Es ist dies etwas unklar, denn sobald auf die Beobachtungen nicht die grösste Sorgfalt verwandt worden, taugen natürlich auch die Zahlen nichts und sobald die Zahlen nichts beweisen, so kann unmöglich etwas anderes dafür eintreten; wohin kämen wir in der Wissenschaft, wenn wir statt gehörig angestellter Experimente und beweisender Zahlen nur die Garantie des betreffenden Forschers hätten, dass es ihm eben so zu sein scheine.

Einen andern innern Grund glaubt Beneke in der Uebereinstimmung einer Untersuchung mit allgemeinen Erfahrungen zu finden; er setzt Zweifel in die erlangten Resultate, wenn eine solche Uebereinstimmung fehlt. Meiner Ansicht nach ist es ganz einerlei, ob eine Beobachtung mit den althergebrachten Dogmen harmonire oder nicht, denn wie oft sind diese

schon umgestossen worden. Sind die Experimente richtig angestellt und der gezogene Schluss logisch, so mag dies mit früheren Erfahrungen stimmen oder nicht, sie sind wahr. Wenn auch tausende von Experimenten mit einander übereinstimmen, so bietet dies doch noch keine Garantie für ihre Richtigkeit, sobald die Technik noch nicht hinlänglich ausgebildet ist oder irgend ein constanter Fehler daran haftet; man kann aber auch aus einem an und für sich richtig angestellten Experimente unberechtigte Schlüsse ableiten, wie es z. B. bei den früheren Untersuchungen über den Stoffwechsel geschah, als man noch nicht alle Einflüsse auf denselben kannte.

Innere Gründe der Art sind zu verwerfen. Das Rechnungsergebniss kann wie gesagt auf keine andere Weise geändert werden, als wenn man nachweist, dass die Gleichung des Mathematikers unrichtige oder nicht alle Bedingungen enthielt. Handelt es sich z. B. um die Wirkung eines Arzneimittels in gewissen Krankheiten, so würde man sehr verfehlt rechnen, wenn man alle beim Gebrauch dieses Mittels Genesenen als beweisend für den Nutzen, alle Gestorbenen als nicht beweisend rubriciren wollte, denn es sind unbekannte unberücksichtigte Bedingungen mit im Spiel; hat aber der Patholog letztere nicht abzuschätzen gelernt, so kann er ebenfalls keine Schlussfolgerungen machen. Finden sich daher wirklich nach der Wahrscheinlichkeitsrechnung zu grosse Schwankungen in den einzelnen Zahlen, so ist gegen Radike nur dann anzukommen, wenn man den Grund der Schwankungen angeben kann; weiss man keine Ursachen dafür, so sind eben Einflüsse auf das Experiment da gewesen, die man nicht kennt und nicht verwerthen kann, wesshalb das Resultat stets ein ungewisses bleiben wird. Zu diesem Schluss kommt auch Radike; er sagt nur, unter den mir angegebenen Bedingungen rechne ich aus euern Zahlenresultaten, dass ihr damit etwas oder nichts beweisen könnt. Kann man ihm jedoch die Einflüsse (innern Gründe) angeben, so dass man also die Ursache der Schwankung einsieht, so wird der Mathematiker auch dieses in die Gleichung bringen können und uns zeigen, wie weit genau wir in unsern Resultaten sind. Es

ist freilich schwierig alle Bedingungen für die Erscheinungen im Thierkörper ihrem Werth nach ausfindig zu machen und wir müssen uns vorläufig mit den am meisten Einfluss habenden begnügen; sind wir ja nicht einmal im Stande alle Bedingungen für eine Dampfmaschine, die doch in ihren Einzelnheiten uns klar vor Augen liegt, in Rechnung zu bringen, wenn auch Beneke (a. a. O. S. 552) glaubt, dass wir die Leistungsfähigkeit einer solchen Maschine unter gegebenen Verhältnissen genau berechnen können.

Radike ist also, wie ich bisher darzuthun versuchte, durch seine Gegner durchaus nicht widerlegt worden; es bleibt mir daher noch zu beweisen, warum seine Rechnung bis jetzt keine Anwendung in unsern Untersuchungen finden kann, und weiter warum trotzdem seine Gegner für sich nicht Recht haben, sondern der grösste Theil ihrer Stoffwechsel-Resultate im Ungewissen steht.

Radike zieht aus den physiologischen Untersuchungszahlen ein Mittel als wahrscheinlichen Werth einer in einem Mittelzustand befindlichen veränderlichen Grösse. Die beobachtete Grösse ist nämlich fortwährend wechselnd durch irgend welche verschiedene äussere Einflüsse und den veränderlichen physischen Zustand des Objekts. Trotz dieses Wechsels hat man nach Radike im Mittel genau die Mittelgrösse für einen constanten mittlern physischen Zustand der Person und gleicher Vertheilung der wechselnden Einflüsse. Es soll durch die Rechnung gefunden werden, ob diese Einflüsse sehr verschieden gross waren, indem man die durch sie hervorgebrachten Schwankungen beobachtet. Sind die Schwankungen der einzelnen Zahlen einer Reihe grösser als die Differenzen der zu vergleichenden zwei Reihen, so kann keine als grösser oder kleiner als die andere angesehen werden; man darf erst dann beide Reihen ungescheut mit einander vergleichen, wenn obige Schwankungen geringer ausfallen als die Differenzen der Reihen.

Ich versuche dagegen den Nachweis, dass man beim jetzigen Zustand unserer Untersuchungen nicht auf diese Manier ein Mittel ziehen darf, da dies sonst mit seinen wahrscheinlichen Fehlergrenzen unrichtig ausfällt.

Gesetzt den Fall, man wollte die Stoffwechselgrösse bei 1500 Gmm. Fleisch festsetzen und man gäbe einem Organismus diese Nahrung in drei verschiedenen Zeiträumen, so sollte bei demselben Gewichte des Körpers nach der gewöhnlichen Meinung allemal, wenn die Einflüsse, welche sich nicht willkührlich reguliren lassen z. B. äussere Temperatur etc. als zu klein vernachlässigt werden können, die nämliche Menge Harnstoff abgesondert werden. Dies geschicht aber nicht, sondern es werden die verschiedensten und ganz ausserordentlich von einander abweichenden Harnstoffquantitäten ausgeschieden, denn einmal ist der Körper sehr fleischreich und fett- oder wasserarm, ein andermal sehr fettreich und fleisch- oder wasserarm, wieder ein andermal reich an Wasser und arm an Fleisch oder Fett.

Es würde nun zu völlig falschen Ansichten führen, würde man aus drei solchen Beobachtungen das Mittel der ausgeschiedenen Harnstoffgrössen ziehen, um den Stoffwechsel bei 1500 Gmm. Fleisch zu beurtheilen und dann die grossen Abweichungen vom Mittel als wahrscheinlichen Fehler nehmen. Man würde nach Radike zum Schluss kommen, dass man der grossen Schwankungen wegen nichts über den Einfluss von 1500 Gmm. Fleisch aussagen könne, und die Zahlen verwerfen, während doch jede derselben bei richtiger Anstellung des Experiments ihre volle Gültigkeit hat. Es gibt nämlich in diesen Fällen keinen Mittelzustand fürs Objekt, da nicht die unregelmässigen äussern Einflüsse die Schwankungen hervorgebracht haben, sondern der verschiedene Zustand des Körpers.

Radike glaubt nämlich, man habe es mit verschiedenen Beobachtungen derselben Grösse zu thun, denen nur durch unbekannte unregelmässige Störungen Fehler ankleben, während Beobachtungen einer völlig verschiedenen Grösse vorliegen; er würde es ganz sicherlich verwerfen, wenn man zwei verschiedenen Hunden, einem kleinen und einem grossen, oder zwei gleich schweren, aber qualitativ verschiedenen, z. B. einem fettreichen und einem fettarmen, die gleiche Menge Fleisch gäbe, um die Wirkung desselben zu taxiren, hierauf das Mittel aus

den darnach gefundenen Harnstoffmengen nähme und die Abweichungen von demselben als wahrscheinlichen Fehler betrachtete. Jede einzelne Beobachtung hat hier für den bestimmten Fall ihren Werth und man kann Schlüsse auf den Einfluss der Verschiedenheit des Körpers daraus ziehen, während die Mittelzahl uns nichts nützt. Es ist gerade so, als ob man bei einer Bestimmung des Ausdehnungs-Coefficienten in der Wärme einmal Holz, dann Eisen, dann Glas nehmen würde, und nun daraus die Mittelzahl mit den mittleren Fehlergrenzen feststellte.

Dasselbe aber, was für 3 weit aus einander liegende Tage gilt, kann an 3 oder 10 auf einander folgenden einer Reihe stattfinden. Hat das Thier längere Zeit gehungert und man gibt nun 1500 Gmm. Fleisch, so entleert es den ersten Tag nach unsern Untersuchungen vielleicht 50 Gmm. Harnstoff, den zweiten 70 Gmm., den dritten 90 Gmm., erst vom vierten an 109 Gmm. Nähme man nun das Mittel und bestimmte die Schwankungen, so wird man sagen müssen, letztere sind so ungeheuer, dass mit der Reihe nichts anzufangen ist. Man darf hier aber kein Mittel nehmen, um den Einfluss des Fleisches zu erkennen, da es wegen der Aenderung des Körpers durch die Nahrung keinen Mittelzustand desselben gibt, so wenig wie zwischen Holz und Eisen.

Will man bei einem sehr fleischreichen Organismus den Einfluss der Nahrungsentziehung auf den Stoffwechsel kennen lernen, so können möglicherweise den ersten Tag 50 Gmm. Harnstoff, den zweiten 25 Gmm., den dritten 18, den vierten 12 ausgeschieden werden; diese Zahlen sind nach Radike wegen der grossen Differenzen offenbar zu verwerfen, während wir aus jeder einzelnen die wichtigsten Schlüsse ziehen dürfen.

Nichts kann für diese Verhältnisse lehrreicher sein als die in unserm Buch über die Ernährung angeführte Versuchsreihe vom 22. März bis 8. April (S. 79 und 112), wo der Hund immer 1800 Gmm. Fleisch, und vom 1. April an 250 Gmm. Fett dazu erhielt. 1800 Gmm. Fleisch liefern bei völliger Umsetzung etwa 128 Gmm. Harnstoff.

Die Harnstoffmenge stellte sich wie folgt:

22.	März	108.5	Gmm.
23.	„	123.2	„
24.	„	123.9	„
25.	„	127.5	„
26.	„	129.3	„
27.	„	129.3	„
28.	„	126.4	„
29.	„	126.3	„
30.	„	127.9	„
31.	„	127.6	„
1.	April	117.9	„
2.	„	113.5	„
3.	„	120.8	„
4.	„	115.7	„
5.	„	119.7	„
6.	„	127.5	„
7.	„	130.0	„

Am 25. März war der Gleichgewichtszustand im Körper eingetreten. Als man nun am 1. April Fett gab, erfolgte am ersten Tag eine Abnahme des Umsatzes, es wurde Fleisch angesetzt; vom 6. April an verbrauchte der Körper, durch das Angesetzte an Fleisch reicher geworden, wieder so viel als vorher bei gleicher Fleischkost ohne Fett. Welche Abweichungen vom Mittel hätte aber Radike in der Reihe vom 1.—7. April erhalten?

Radike kann aber weiter nach seiner Rechnung Zahlen für irgend einen Schluss beweiskräftig halten, die es durchaus nicht sind, weil er die einwirkenden Bedingungen, welche sich ja auch gegenseitig aufheben können, nicht kennt. Sind zwei Reihen einander gleich, so darf er desshalb nicht ein Gleichbleiben der Vorgänge in beiden annehmen, wenn man auch noch die richtige Anstellung des Versuchs voraussetzt, was bei den von Radike für gültig erklärten Zahlen nicht immer der Fall ist, wie wir noch sehen werden. Zwei Beispiele mögen diesen Ausspruch rechtfertigen.

Giebt man einem Organismus in zwei auseinander liegenden Zeiträumen dieselbe Menge Fleisch und Fett, so kann man, wenn auch die einzelnen Tage einer Reihe keine Abweichungen von Bedeutung darbieten, einmal einen Ansatz von Fleisch, das anderemal eine Fleischabgabe vom Körper je nach dem Zustand des Thiers eintreten sehen. Hätte man nun in einem dritten Zeitraum abermals bei einem andern Zustand des Körpers nur Fleisch und zwar die nämliche Menge wie in den beiden vorigen Fällen gegeben, so hätte man sehr leicht ein Gleichbleiben von Ansatz und Abgabe erhalten können und man hätte nach Radike und Andern das erste Mal auf eine Verminderung des Stickstoffumsatzes durch Fett, das zweite Mal auf eine Vermehrung desselben geschlossen.

Bei Brodnahrung wird der Körper allmählig ein anderer, er nimmt an stickstoffhaltigen Theilen ab, wesshalb die Harnstoffmenge stets kleiner wird; reicht man zufällig später Kaffee zum Brod, so würde Radike, wenn die Unterschiede der Harnstoffzahlen einer Reihe kleiner sind als die beider Reihen, die Verminderung des Stoffwechsels dem Kaffee zuschieben, da er nicht weiss, dass ein anderer ihm unbekannter Einfluss thätig war.

Auf Radike's Weise ist man also bis jetzt nicht im Stande aus unseren Zahlen die Wahrscheinlichkeit eines Satzes zu erschliessen; denn das Resultat ist durch alle mitwirkenden Bedingungen hervorgebracht worden und man muss diese und ihren Einfluss kennen, um dasselbe verwerthbar oder nicht verwerthbar zu finden.

Radike wird dem entgegnen, er entnehme durch seine Rechnung nur, ob andere unbekannte Einflüsse da sind oder nicht, sobald die Abweichungen von der Mittelzahl nach beiden Seiten hin bedeutend oder nicht bedeutend sind. Er hat damit völlig recht, und gegen seine Rechnung an und für sich lässt sich gar nichts einwenden, nur gegen deren allgemeine Anwendung. Seine Rechnungsresultate lassen in der That das Vorhandensein unbekannter Einflüsse, welche die zu suchenden ganz verdecken, erkennen, jedoch auch nicht immer, sondern nur

für bestimmte Fälle, wenn nämlich die verschiedenen Einflüsse sich in ihrer Wirkung nicht aufheben. Er kann dann, wie schon auseinandergesetzt worden ist, verbieten weitere Schlüsse zu ziehen, sobald man ihm nicht den Grund für die Schwankungen anzugeben im Stande ist. Es war unter allen Umständen die Hauptaufgabe, welche bei Berechnung des Mittels der ganzen Reihe nach Radike nie gelöst worden wäre, die verschiedenen Einflüsse auf den Stoffwechsel kennen zu lernen und zu eliminiren.

Wir haben diese Einflüsse durch sehr viele Beobachtungen erkannt und ausser der verschiedenen Nahrung in den Veränderungen des Körperzustandes gefunden. Wir können nachweisen, warum und wann Schwankungen vorhanden sind und können bei gleichbleibendem Körperzustande zeigen, dass dieselben bei genau gleicher Nahrung und richtigem Experimentirverfahren sehr klein und ganz zu vernachlässigen sind. Wenn bei Fleischdarreichung nach längerem Hungern während der ersten Tage allemal viel weniger Harnstoff ausgeschieden wird als später, so ist die Reihe trotz der bedeutenden Schwankungen nicht zu verwerfen, denn wir erhalten immer nur das Resultat der Fleischwirkung auf einen ganz bestimmten Zustand des Körpers. Dasselbe ist es mit den Harnstoffmengen beim Hungern nach reichlicher Nahrung, die jedesmal stetig abfallen; man muss die täglichen Harnstoffquantitäten nehmen wie sie sind, als Ausdruck der sich umsetzenden Körpermasse. Ich frage nur, ob wir zu unsern Anschauungen über den Einfluss des Körperzustandes auf die Stoffwechselvorgänge, die wir durch eine Unzahl von Beispielen belegen können, gekommen wären, wenn wir die Mittelzahlen aus einer Reihe genommen und die Abweichungen als beliebige Schwankungen betrachtet hätten. Die Beobachtungszahl jedes einzelnen Tages ist für den jeweiligen Körperzustand bei gehöriger Anordnung des Versuchs, wenn ihr auch noch kleine Fehler ankleben sollten, der Wahrheit näher als das Mittel einer grossen Reihe; man ist oft gezwungen das Resultat eines einzigen Tages zu verwerthen.

Nach Radike's Weise ist eine gültige Mittelzahl erst zu erhalten und eine Schätzung der Grösse der veränderlichen äusseren Einflüsse erst möglich, wenn recht viele Beobachtungen bei gleichem Körperzustand und gleicher Nahrung zu Gebote stehen, was aber vorläufig wohl schwerlich zu erreichen ist. Es wäre zwar zu wünschen, dass es geschehen könnte, es ist aber nicht unumgängliches Bedürfniss, denn man gibt in andern Zweigen der Naturwissenschaften, z. B. in der Physik auf das Resultat eines einzigen mit allen Vorsichtsmassregeln angestellten Experimentes viel und es sind ohne Berücksichtigung des wahrscheinlichen Fehlers die weittragendsten Entdeckungen gemacht worden.

Was ist bei dieser Sachlage zu thun, um sich gegen Fehler möglichst sicher zu stellen?

Will man den Einfluss irgend einer Substanz auf den Stoffwechsel prüfen, so muss man unter allen Umständen zuerst zusehen, ob aller umgesetzte Stickstoff in den Excreten zu finden ist und dann in zweiter Linie, ob der Körperzustand sich während der Untersuchung nicht geändert hat. Dies erkennt man nur bei fortwährender Beobachtung des Stickstoffkreislaufs, also genauer Bestimmung des in den Körper eingeführten und wieder entfernten Stickstoffs, wodurch man erfährt, ob Fleisch abgegeben oder angesetzt worden oder ob Ansatz und Umsatz gleich gross waren. Hat letzteres stattgefunden, so ist der Körperzustand gleich geblieben; in diesem Fall kann man wohl aus den einzelnen Beobachtungstagen nach Radike's Vorschrift ein Mittel mit dem wahrscheinlichen Fehler ableiten. Meistentheils ist aber der Körper ein anderer geworden; man vermag dann nach dem von uns befolgten Verfahren zwar in qualitativer Beziehung einen richtigen Schluss zu machen, eine Mittelzahl und den wahrscheinlichen Fehler aber erst nach einer Taxirung des Einflusswerthes des verschiedenen Körperzustandes zu suchen. Durch die grosse Anzahl der Beobachtungen bei verschiedenster Nahrung und verschiedenstem

Körperzustand in unsern Untersuchungen über die Ernährung des Fleischfressers ist dies mit Zuhilfenahme der Differenzialrechnung wohl möglich, für die Gesetze, die wir daraus ableiteten, aber nicht nöthig gewesen.

Es ist nicht genug hervorzuheben, dass diese Aenderung im Körperzustand von dem allergrössten Einfluss auf den Stoffwechsel ist, von eben so grossem als verschiedene qualitative und quantitative Nahrung. So wenig man zwei Beobachtungsreihen, aus denen der Einfluss einer Substanz auf den Stoffwechsel erkannt werden soll, zu diesem Zwecke benützen kann, wenn in der einen wenig Fleisch, in der andern viel Fleisch eingenommen worden ist, so wenig kann man zwei solche vergleichen, in denen sich bei gleicher Nahrung der Körperzustand verschieden gestaltet hat. Vergleichungen zweier zeitlich auseinander liegender Reihen sind daher, wenn nicht die fortwährende Beobachtung des Stickstoffkreislaufs in der Zwischenzeit den Körperzustand verfolgt hat, gar nicht anzustellen.

Wenn ich eine Untersuchungsreihe ausführe, so wird aller während derselben gelassene Harn genau aufgefangen und der Harnstoff bestimmt; an diesen Zahlen lässt sich nichts ändern, es ist einmal so viel Harn und Harnstoff ausgeschieden worden, nicht mehr und nicht weniger. Es finden darin wohl Schwankungen an den einzelnen Tagen statt, die aber zum bei weitem kleinsten Theil von unregelmässigen äussern Einflüssen kommen, welche sich nicht reguliren lassen, sondern von andern uns bekannten Ursachen.

Bei der gleichen Nahrung sind dieselben entweder hervorgerufen durch die schon erwähnte Veränderung des Körperzustandes oder durch eine nicht vollständige Entleerung der Blase an dem betreffenden Tage. Die Hunde liessen häufig, wenn sie vor dem Wägen in der Frühe nur einmal hinausgeführt wurden, nicht allen Harn; man hätte sie desshalb mehrmals hinter einander ins Freie lassen müssen. Ich that dies mit Absicht nicht, weil von der geringen Menge Harn, welche dann meist schnell herausgespritzt wird, leicht etwas verloren geht, und bei der Concentration des Hundeharns

ein Verlust von 5 c. c. öfters einen Fehler von 1 Gmm. in der Harnstoffmenge machen würde. Ich führte desswegen den Hund meist nur ein einziges Mal vor dem Wägen heraus. Dieser Umstand veranlasste die manchmal grossen Schwankungen an den einzelnen Tagen, was wieder ein Grund ist, warum die Berechnungsweise des wahrscheinlichen Fehlers nach Radike bei unseren Untersuchungen nicht statthaft ist; denn wenn die Schwankungen einer Reihe im Harnstoff nicht von unbekannten äussern Einflüssen, sondern von der zufälligen unvollständigen Entleerung des vorhandenen Harns herrühren, hat die Radike'sche Rechnung gar keinen Sinn mehr.

Ich war stets im Stande voraus mir in mein Tagebuch zu notiren, dass nicht aller Harn gelassen worden und den Tag darauf mehr Harn und Harnstoff kommen müsse. Man wird dies aus unsern Zahlen entnehmen können. Ist nämlich nicht aller Harn entleert worden, so fällt das Körpergewicht zu hoch aus; ist zu wenig Harnstoff da, so ist die Harnmenge entsprechend geringer und endlich wird, wenn den einen Tag eine niedere Zahl erschien, stets den nächsten das Fehlende nachgeholt; man besehe nur z. B. die ersten Brodreihen der Kaffeeuntersuchung. War es mir aber daran gelegen allen Harn und Harnstoff von jedem Tage zu erhalten, dann musste der Hund mehrmals vor der Wägung den Harn lassen, wodurch ich dann auch ganz gleichmässige Reihen bekam, so z. B. bei unsern früheren Beobachtungen den 16.—22. November 1857, den 25. März — 1. April 1859, den 1.—8. April 1859, oder bei den Reihen der Abhandlung über die Salzwirkung in diesem Buche etc. Vorige Reihen liefern auch den Beweis, dass weiter keine unbekannten äussern Einflüsse auf das Thier einwirken. Wenn es mir bei grösseren Reihen nicht darauf ankam, von jedem Tag ein für sich abgeschlossenes Resultat zu erhalten, so setzte ich nicht die Güte der Beobachtungen auf's Spiel um gleichmässige Zahlen zu bekommen.

Ich war jedoch sehr aufmerksam darauf am Anfang und Ende jeder entscheidenden Reihe allen Harn zu erlangen; man musste am ersten Tage einer Reihe darauf achten keinen Harn

von der vorhergehenden, und am letzten Tage keinen von der eben beendeten Reihe im Rückstand zu haben; desshalb wurde der Hund beim Beginn und Abschluss jeder Reihe drei Stunden vor dem Wägen stündlich zum Harnlassen in's Freie geführt. Es kann somit nur der erste und letzte Tag die Zahlen unrichtig machen. Hat man eine zweite Reihe direkt nach der ersten angestellt, so kann wieder nur der erste und letzte Tag einen Fehler hervorbringen. Wird daher in der zweiten Reihe weniger oder mehr Harn und Harnstoff als in der ersten geliefert, so ist dies in Folge des jeweiligen Zustandes des Körpers oder anderweitiger einwirkender äusserer Einflüsse geschehen.

Wäre der Zustand des Körpers während der ersten Reihe bei einer gewissen Nahrung, geschlossen aus dem Stickstoffkreislauf, ganz der gleiche geblieben und hat man in der zweiten Reihe zur selben Nahrung einen Stoff, dessen Wirkung untersucht werden sollte, gereicht, so sind die Unterschiede der Zahlen gegenüber denen der ersten Reihe durch diesen Stoff hervorgerufen worden, da die übrigen äussern Einflüsse bei unsern Untersuchungen möglichst gleich gehalten worden, so die äussere Temperatur, Bewegung etc.

Ist aber der Zustand des Körpers bei der ersten Reihe stetig ein anderer geworden wie z. B. in unseren Brodreihen bei Kaffeegenuss, so ist die Wirkung dieses geänderten Zustandes für sich zu erforschen, um die eines während der zweiten Reihe gegebenen Stoffs kennen zu lernen. In den Brodreihen bei Kaffeegenuss hat der Hund fortwährend Fleisch vom Körper hergegeben, er musste desshalb unsern früheren Untersuchungen gemäss, immer weniger Harnstoff bilden, was auch eintrat. In der ersten Reihe hatte er in 28 Tagen 668 Gmm. Harnstoff, in der zweiten nur 623 Gmm.; die erste Zahl konnte nur falsch sein, wenn am Anfang und Ende der betreffenden Reihe noch Harn in der Blase war, ebenso die zweite. Nehme ich das ungünstigste Verhältniss des möglichen Fehlers und zwar so, dass der Hund am Ende der ersten Reihe nicht allen Harn entleert hat, so würde sich bei grösster Abweichung von der Mittelzahl eine Harnstoffmenge von 631 Gmm. in der zwei-

ten Reihe ergeben, also immer noch ein Unterschied von 37 Gmm. gegenüber der ersten. Diese Differenz ist nun in unserm Beispiel entweder durch einen andern Körperzustand oder den Kaffee hervorgerufen; der Kaffee konnte höchtens einen beschränkten Antheil daran haben, da schon der veränderte Körperzustand für sich weniger Harnstoff bedingte. Durch Anstellen einer dritten Versuchsreihe unter gleichen Bedingungen wie die erste, und einer vierten unter solchen wie die zweite, kann man nun genau erfahren, welchen Antheil der veränderte Körperzustand und der zu untersuchende Einfluss hat, wie ich es bei meiner Kaffeeuntersuchung ausgeführt habe. Auf solchem Wege kommt man zu Resultaten, auf einem andern vorläufig nicht. Radike hätte möglicherweise auf den Kaffee geschoben, was Wirkung des Körperzustandes war, und dann hätte er die Schwankungen in den Zahlen, die durch Nichtentleerung der Blase hervorgebracht waren, als Wirkung unbekannter äusserer Einflüsse gedeutet.

Meine Berechnungen auf 24 Stunden sollen keine Mittelzahlen für einen mittleren Zustand des Hundes sein, denn solche kann man jetzt noch gar nicht aufstellen, sondern ich betrachte das Resultat meiner Reihen als Ganzes, als eine einzige Beobachtung, und führe nur eine andere Einheit ein, indem ich zur leichtern Vergleichung auf einen Tag reducire, weil nicht immer die nämliche Anzahl Tage beobachtet worden ist.

Aus diesen Bemerkungen zeigt sich nun schliesslich recht einleuchtend, an welchen Mängeln beinahe alle früheren Untersuchungen über den Stoffwechsel im Thier leiden. Ich halte es für nöthig eine Anzahl Fehler, die bis jetzt in Beziehung des Stoffumsatzes in den stickstoffhaltigen Gebilden gemacht worden sind, nochmals näher zu beleuchten, weil man dadurch am besten erkennt, was zu thun und was zu unterlassen ist.

Radike bespricht z. B. von seinem Standpunkt aus die Versuche von Beneke über die Wirkung des Nordseebades (Arch. f. physiol. Heilkde Hft. 2. Bd. 2. 1858) nicht günstig; dasselbe muss aus andern Gründen von uns geschehen. Beim Menschen weiss man bis jetzt nicht, ob aller Stickstoff im Harnstoff und

im Harn überhaupt entleert wird und ob nicht auf andern Wegen unbestimmbare Mengen desselben fortgehen. Man kann weiter beim Menschen nur äusserst schwer mit Genauigkeit den in der. Nahrung eingenommenen Stickstoff bestimmen, leichter bei Thieren. Beneke hat dies Alles gar nicht versucht, so dass er auch nicht annähernd den Stickstoffumsatz kennt und nicht erfährt, ob Fleisch angesetzt oder abgegeben worden ist. Beneke weiss also nicht das Mindeste über den Zustand seines Körpers, zudem seine Versuchsreihen zeitlich weit auseinander liegen. Ich muss somit Beneke's Schlüsse auf Vermehrung oder Verminderung des Stoffwechsels als Wirkung des Bads für völlig nichtig erklären, da er keine Einsicht in seinen Körperzustand hat, der so ungemein auf den Stickstoffumsatz influirt und da er gar nicht Rücksicht genommen auf die grösste qualitative und quantitative Gleichmässigkeit in der Kost, die wiederum ein Hauptfaktor des Umsatzes ist; man muss vor Allem diese Einflüsse genau bestimmt haben, ehe man nur das Mindeste über gleichzeitigen Einfluss irgend eines Agens aussagen will.

Beneke giebt selbst zu, in Wangeroge mehr gegessen zu haben und schwerer geworden zu sein, was wahrscheinlich an dem Vergleichsorte Oldenburg auch stattgefunden hätte, wenn er dort denselben Appetit gehabt hätte wie im Bad; daraus resultirt von vornherein eine grössere Harnstoffausscheidung. Die gleichen Bedenken ergeben sich gegen Beneke's neueste Badeschrift über Nauheim's Soolthermen (1859).

Wenn Beneke in seiner Entgegnung gegen Radike (a. a. O. S. 560) meint, er sei im Stande nach 4tägiger Untersuchung an sich ohne Weiteres zu entscheiden, ob sich Unterschiede in seinem Organismus eingestellt, so muss ich eben einfach sagen, dass dies unmöglich ist. Erst Prof. Bischoff und ich haben gezeigt, welche ungemeine Veränderungen schon in einem einzigen Tag im Körperzustand eines Organismus vor sich gehen können, die man gar nicht erkennen würde, wenn man nicht als Zeiger den Stickstoffumsatz hätte; am auffallend-

sten ist dies bei den Brodfütterungen, bei denen der Hund sehr an Gewicht zunimmt und doch an Körperfleisch viel leichter wird.

Die Zahlenresultate von Böcker beurtheilt Radike nach seiner Rechnungsweise zum Theil günstig. So glaubt er, Böcker habe Recht, eine Verminderung der Harnstoffmenge durch Zuckergenuss anzunehmen (Böcker, Beiträge zur Heilkunde 1849. Bd. I). Dasselbe zeigte sich zwar auch in unsern Untersuchungen, es ist nur der Unterschied, dass bei Böcker die Menge des Harnstoffs von 24.5 Grmm. auf 15.7 Grmm. im Tag fiel; wir haben in unsern vielen Versuchen nie durch Zucker bei der nämlichen Menge genossenen Fleisches den Harnstoff um 36 % herabdrücken können, daher ich Böcker's Ergebniss trotz Radike's Zustimmung für unrichtig ansehe. Radike hält in Folge seiner Rechnung noch mehrere Zahlenreihen Böcker's, die den Einfluss von Substanzen auf den Stoffwechsel nachweisen sollen, für beweisend; Böcker kann aber aus seinen Beobachtungen das von Radike für wahr Gehaltene nicht folgern. Denn Radike kann im günstigsten Falle angeben, ob die erhaltenen Zahlen Schlüsse zulassen, aber nicht ob die erhaltenen Zahlen durch eine richtige Untersuchungsmethode erlangt worden sind; sobald man Fehler in letzterer nachweisen kann, fällt natürlich die darauf gebaute Rechnung zusammen. Denn auch Böcker weiss nicht, ob sich unterdessen sein Körper geändert hat und wie der Stickstoffkreislauf sich gestellt. Man braucht nur Böcker's Stoffwechselversuche (auch die neuesten über den Einfluss des Fetts auf die Ausscheidungen, Zeitschrift für Hygieine von Oesterlen, 1859, Bd. I. Heft I. S. 91) anzusehen, um sie für ungültig zu einer Schlussfolgerung zu erklären; er hat in getrennten Zeiträumen untersucht, auf Quantität und Qualität der Speisen nicht geachtet, einmal sich wenig, dann viel Bewegung gemacht etc. Ich habe schon zur Genüge deutlich zu machen versucht, warum aus solchen Beobachtungen eine gestellte Frage nicht beantwortet werden kann. Es findet also möglicher Weise Radike nach seiner Methode Zahlen für richtig, während sie ganz gewiss falsch

sind, weil die Beobachtungsweise Fehlerquellen einschliesst. So sind z. B. die von Hammond bei seinen verschiedenen Untersuchungen angegebenen Zahlen einer Reihe ausserordentlich übereinstimmend; Radike würde sie für zulässig halten, ich setze die gegründetsten Zweifel in dieselben, wenigstens sind seine Resultate mit meinen Arbeiten über den Einfluss des Kaffee's und der Bewegung in direktem Widerspruche.

C. Schmidt und Stürzwage in Dorpat (Moleschott's Unters. 1859. Bd. 6. Heft 3. S. 283) haben den Einfluss der arsenigen Säure auf den Stoffwechsel zum Gegenstand mehrerer Versuche gemacht und dabei eine bedeutende Verminderung desselben wahrzunehmen geglaubt. Auch ihre Versuche können die gestellte Frage, wenigstens so weit sie die Harnstoffdepression betrifft, nicht entscheiden. Eine Katze (Exp. 6) erhielt z. B. täglich 120 Gmm. Fleisch, und entleerte dabei im Mittel 9.8 Gmm. Harnstoff; als aber arsenige Säure in die Jugularvene injicirt worden, bekam das Thier heftiges Erbrechen, frass 3 Tage lang nichts und entleerte weniger Harnstoff (im Tag 3.6 Gmm.); am dritten Tage nach der Injektion hatte es sich wieder so weit erholt, dass es einige Nahrung zu sich nahm. Die Verminderung des Harnstoffs wurde hier jedoch selbstverständlich nicht durch die arsenige Säure, wie die Verfasser meinen, sondern durch den Wegfall der Fleischnahrung hervorgebracht; sie hätten zum Beweise das Thier am besten auch vor der Injektion hungern lassen oder immer die gleiche den Umsatz eben deckende Nahrung reichen sollen. Aehnliche Einwendungen lassen sich gegen die übrigen Experimente machen. Eine andere Katze (Exp. 8) frass täglich 150 Gmm. Fleisch, dann hungerte sie vier Tage lang, am fünften Tage wurde arsenige Säure injicirt. Bei 150 Gmm. Fleisch schied sie im Mittel täglich 10.2 Gmm. Harnstoff, beim Hungern nur 3.8 Gmm. aus. Gleich nach der Injektion der arsenigen Säure wurde die Katze wieder mit 150 Gmm. Fleisch gefüttert, das sie jedoch bis auf 24 Gmm. nach 4 Stunden durch Erbrechen von sich gab; den Tag darauf verweigerte das Thier jegliche Nahrung, am dritten Tage nach der Injektion schien es sich

vollkommen wohl zu fühlen und verzehrte begierig das dargereichte Fleisch. Die Harnstoffmengen waren nun:

Fleisch.	Ur
24	5.43
0	2.72
150	6.60
150	11.60
150	9.70
150	15.62

Das gleiche Resultat wäre sicherlich auch ohne die arsenige Säure erhalten worden; denn durch das Hungern hatte der Körper an Fleisch abgenommen, die Harnstoffmenge fiel; als nun 150 Gmm. Fleisch gegeben wurden, musste anfangs Fleisch angesetzt werden und weniger Harnstoff erschien. Völlig unbegreiflich ist es mir aber, wie an den zwei Hungertagen nach der Injektion trotz der Harnentleerung und des Fortgangs der Respiration das Körpergewicht nicht nur nicht gleich bleiben, sondern sogar etwas steigen konnte, wie die Verfasser angeben. Sie beobachteten das Gleiche, als sie demselben Thier abermals arsenige Säure injicirten; trotz der Inanition erlitt das Körpergewicht keine Verminderung.

Aehnliche Einwürfe lassen sich gegen die meisten der bis jetzt ausgeführten Untersuchungen über den Stickstoffumsatz machen, es mag an diesen Beispielen jedoch genug sein, da nun jeder leicht den Werth oder Unwerth einer solchen Arbeit wird beurtheilen können.

Ich hatte bei Anstellung dieser Kritiken nur den Zweck im Auge die Methode der Stoffwechseluntersuchungen zu besprechen und zu zeigen, welche Fehler dabei zu vermeiden sind. Ich bin weit entfernt den dagegen fehlenden Autoren desshalb einen Vorwurf machen zu wollen, denn um die Mangelhaftigkeit ihrer Versuche zu erkennen, gehörte ein tieferer Einblick in die Gesetze des Stoffwechsels, der eben noch nicht gethan war. Es war aber Pflicht, nachdem dieser Schritt vorwärts einmal ausgeführt, darauf aufmerksam zu machen, dass nur unter genauer Berücksichtigung der von uns erkannten

Momente erspriessliche Fortschritte in unserm Gebiete zu erwarten sind und Forschungen, die sich darüber hinwegsetzen, als vergebliche bezeichnet werden müssen. Ein Vorwurf wird daher von nun an die treffen, welche unbekümmert um die nothwendigen Cautelen den alten falschen Weg weiter wandeln.

Durch die Vereinfachung einer Anzahl Bestimmungsmethoden ist heut zu Tage die physiologische Chemie zum Theil leider in Hände gefallen, die von ihrer Bedeutung und von einer Naturforschung überhaupt keinen Begriff haben. Man stellt blindlings Harnanalysen an, und schmückt damit Journalartikel oder Krankengeschichten gar trefflich aus. Kann ja jetzt jeder, wenn er von Chemie auch nichts versteht, wohlfeilen Kaufs ein Paar solcher Analysen mit mehr oder weniger Genauigkeit machen und in die Welt senden, mag damit etwas gefördert werden oder nicht. Ich frage, ob die in's Ungeheure gehende Zahl der an allen Orten und Enden ausgeführten Harnanalysen einen entsprechenden Nutzen gebracht hat? Man hält aber solche Untersuchungen nothwendig in unserer Zeit der exakten Forschung, übersehend, dass letztere nicht charakterisirt wird durch Experimentenanstellen überhaupt, sondern durch richtig angestellte Experimente. Es ist ungleich schädlicher unter dem Schein der Wissenschaftlichkeit glauben zu machen, man wisse schon etwas positives über eine Naturerscheinung, als gar nichts zu wissen, denn man schneidet durch das erste Verfahren die weitere Erforschung ab.

Im Harn haben wir ein Maass für den Umsatz der Eiweissgebilde im Körper und für die Menge der verfügbar gewordenen oder überschüssigen Salze. Die Harnanalysen sollen uns dies kennen lehren; man muss aber, um ein verwerthbares Ergebniss zu bekommen, nicht nur alle Einflüsse auf den Stoffumsatz ihrem Werth nach schätzen können, sondern auch in chemischen Operationen geübt sein. Man braucht zu jedem Thun auf der Welt eine Summe von Erfahrungen. Jemand, der nicht längere Zeit mit dem Mikroscop sich beschäftigt und sich im Sehen geübt hat, wird damit nicht die Wahrheit erforschen, obwohl er dasselbe Auge haben kann wie ein ge-

Haupttabelle für die in der Untersuchung „über die Wirkung des Kochsalzes“ vom Hunde consumirten und producirten Stoffe.

I. Reihe Nro.	II. Datum 1859. 49 Tage.	III. Körpergewicht in Gmm.	IV. Fleisch gefressen in Gmm.*)	V. Wasser gesoffen in Gmm.		VI. Kochsalz gereicht in Gmm.	VII. Harnmenge in Gmm.	VIII. Spec. Gew. des Harns.	IX. Wasser des Harns in Gmm.		X. Harnstoff in Gmm.	XI. Kochsalz im Harn in Gmm.	XII. Koth in Gmm.	XIII. Stickstoff im Harn und Koth in Gmm.		XIV. Wasser der Nahrung u. des Körpers in der Respiration.**)		XV. Aenderung am Körper im Fleisch.		XVI. Aenderung am Körper im Wasser.	
	14. Sept.	35130	1500	350		0	703	1055	614		77.256	—	217.5 gemischt.	36.58		990		+ 442		—133	
I.	15. „	34900	1500	147	180	0	1012	1053	886	898	109.554	—	0	51.66	51.18	273	364	—19.4	—6.4	+108	+36
	16. „	35030	1500	225		0	1050	1051	923		109.890	—	0	51.97		370		—33.0		+ 52	
	17. „	35100	1500	225		0	1035	1050	912		106.488	—	0	50.23		415		+22.6		+ 18	
	18. „	35150	1500	123		0	996	1054	872		107.730	—	149.5 = 103 Fleischkoth und 33 trocken.	50.86		399		+ 4.1		— 34	
II.	19. „	35000	1500	338	336	10	1147	1052	1010	1046	110.009	10.900	0	51.92	51.27	219	377	—27.1	—13.2	+233	+28
	20. „	35250	1500	422		10	1199	1049	1064		107.442	10.870	0	50.72		407		+ 9.5		+ 65	
	21. „	35350	1500	358		10	1221	1048	1086		107.180	10.741	0	50.60		413		+13.6		— 27	
	22. „	35360	1500	162		10	1199	1051	1062		109.536	10.965	0	51.70		232		—23.8		— 18	
	23. „	35370	1500	118		10	1190	1052	1050		111.290	11.638	0	52.52		292		—51.7		—110	
	24. „	35280	1500	403		10	1121	1053	986		107.991	10.448	196.2 = 54.2 trocken.	50.96		588		+ 1.2		— 57	
	25. „	35060	1500	553		10	1202	1049	1065		109.099	11.013	0	51.48		492		—14.1		+111	
III.	26. „	35200	1500	92	316	5	1054	1054	922	928	108.000	6.600	0	50.96	52.07	497	590	+ 1.2	—31.4	—212	—84
	27. „	35020	1500	297		5	1063	1055	928		111.283	6.350	0	52.49		585		—43.8		—101	
	28. „	34940	1500	307		5	1011	1056	878		109.864	6.029	0	51.83		610		—24.4		— 66	
	29. „	34900	1500	570		5	1121	1052	985		112.356	6.396	0	53.00		658		—58.8		+ 42	
IV.	30. „	34960	1500	800	665	20	1453	1047	1302	1284	114.371	19.404	193.4 = 51.5 trocken.	54.09	53.28	628	515	—90.9	—67.2	— 6	—15
	1. Oct.	34770	1500	792		20	1526	1044	1375		113.159	21.491	0	53.52		418		—74.1		+117	
	2. „	34900	1500	430		20	1376	1048	1229		110.292	20.260	0	52.18		515		—34.7		—196	
	3. „	34700	1500	640		20	1382	1050	1232		112.781	20.135	0	53.34		500		—68.8		+ 26	
V.	4. „	34740	1500	373	368	10	1220	1051	1079	1039	112.153	11.947	0	53.05	52.19	519	444	—60.2	—25.2	—107	+6
	5. „	34650	1500	435		10	1166	1052	1028		109.793	10.865	0	52.15		448		—34.0		+ 77	
	6. „	34750	1500	305		10	1170	1053	1030		112.211	10.783	185.7 = 66.1 trocken.	52.95		372		—57.3		+ 28	
	7. „	34600	1500	358		10	1156	1051	1021		107.266	11.858	0	50.64		437		+10.6		+ 25	
VI.	8. „	34650	1500	0	149	5	1015	1055	891	968	103.285	5.941	0	48.78	50.93	361	331	+65.3	+ 1.9	—127	—28
	9. „	34560	1500	220		5	1101	1054	969		110.344	6.864	0	52.08		320		—32.0		+ 56	
	10. „	34630	1500	138		5	1099	1053	968		107.970	6.650	0	50.97		327		+ 0.9		— 32	
	11. „	34620	1500	137		5	1095	1053	964		107.557	6.526	0	50.78		381		+ 6.4		— 93	
	12. „	34550	1500	248		5	1184	1047	1050		110.288	6.986	0	52.05		267		—31.0		+ 56	
VII.	13. „	34620	1500	0	35	0	1162	1046	1037	972	108.339	3.376	0	51.14	51.05	299	251	— 4.1	— 1.4	—211	—64
	14. „	34430	1500	0		0	1072	1051	947		108.304	1.500	0	51.12		296		— 3.6		—118	
	15. „	34330	1500	0		0	1081	1051	953		110.884	1.311	0	52.33		215		—39.1		— 43	
	16. „	34300	1500	142		0	1074	1048	953		105.001	1.005	219.7 = 89.5 trocken.	49.60		196		+41.0		+117	
VIII.	17. „	34230	1500	0		5	992	1057	862	898	109.325	4.603	0	51.62	51.92	291	217	—18.2	—27.2	— 29	+9
	18. „	34220	1500	0		5	1074	1055	938		112.506	6.387	0	53.11		194		—62.0		— 8	
	19. „	34220	1500	0		5	997	1055	861		103.322	6.578	0	48.82		211		+64.1		+ 52	
	20. „	34310	1500	0		5	1069	1055	930		114.748	6.455	0	54.15		173		—92.6		+ 21	
IX.	21. „	34330	1500	0		10	1128	1056	986	987	114.035	10.889	0	53.82	52.95	171	166	—83.0	—57.5	— 33	—29
	22. „	34300	1500	0		10	1098	1056	961		108.586	11.725	0	51.29		254		— 8.5		— 91	
	23. „	34230	1500	0		10	1147	1056	1006		112.319	11.925	0	53.02		106		—60.0		+ 12	
	24. „	34250	1500	0		10	1138	1055	995		113.721	11.424	0	53.67		134		—78.5		— 5	
X.	25. „	34250	1500	0		20	1249	1055	1103	1124	109.827	19.849	0	51.86	53.57	208	161	— 25.3	—75.7	—187	—165
	26. „	34080	1500	0		20	1316	1055	1161		115.705	21.884	235.1 = 92.6 trocken.	54.89		157		—114.4		—200	
	27. „	33650	1500	0		20	1238	1056	1088		111.517	21.372	0	52.93		88		— 57.0		— 58	
	28. „	33610	1500	0		20	1299	1056	1144		115.097	22.429	0	54.60		190		—106.0		—216	
XI.	29. „	33400	1500	0		0	903	1060	781	828	102.398	3.759	0	48.68	50.65	175	167	+68.2	+10.3	+162	+123
	30. „	33610	1500	0		0	979	1056	851		109.937	1.000	0	52.20		51		—35.2		+216	
	31. „	33850	1500	0		0	973	1055	847		108.617	1.085	0	51.58		250		—17.0		+ 12	
	1. Nov.	33890	1500	0		0	957	1054	834		105.537	1.068	0	50.14		182		+25.3		+102	
	2. „	34030	73500								5346.163		224.0 = 83.3 trocken.	2525.61				— 783			
													1857.3 frisch. 470.2 trocken.								

*) In 1500 Gmm. Fleisch sind 1138.5 Gmm. Wasser und 51.0 Gmm. Stickstoff.

**) Dazu kommen noch im Tag: von 18.34 Gmm. H = 165 Gmm. HO, von 164 Gmm. C = 601 Gmm. CO_2, schon vorhanden 47.70 Gmm. O, von Aussen 536 Gmm. O.

